

Aus der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Alterszahnheilkunde und medizinische Werkstoffkunde (Direktor: Prof. Dr. Reiner Biffar) im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Karl-Friedrich Krey) der Universitätsmedizin der Universität Greifswald

Thema:

**Der elongierte antagonistenlose Molar/Prämolar:** Untersuchung antagonistenloser Molaren und Prämolaren hinsichtlich Lokalisation, Funktion und Befundsituation

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung des akademischen

Grades

Doktor der Zahnmedizin  
(Dr. med. dent.)

der

Universitätsmedizin

der

Universität Greifswald

2020

vorgelegt von:  
Witzleb, Hans Ole  
geb. am: 9.8.1980  
in Bremen

Dekan: Prof. Dr. Karlhans Endlich

1. Gutachter: Prof. Dr. Reiner Biffar

2. Gutachter: Prof. Dr. Michael Walter

Tag der Disputation: 20.4.2021

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen.....	4
1 Literaturübersicht.....	6
1.1 Prävalenz der Molarenextraktion .....	6
1.2 Antagonistenlose Molaren und Prämolaren und deren Folgeerscheinungen ..	7
1.3 Funktionelle Untersuchung des Kauorgans .....	10
1.4 Antagonistenlose Molaren und Prämolaren und Funktionsveränderungen ..	11
1.5 Untersuchungsinstrumentarien zu mundgesundheitsbezogener Lebensqualität .....	12
1.6 Antagonistenlose Molarensituation in der Patientensicht.....	14
1.7 Die Mundgesundheit der Gesellschaft .....	15
2 Fragestellung .....	18
3 Material und Methode .....	19
3.1 Einleitung .....	19
3.2 Datenerhebung.....	19
3.2.1 Studiendesign .....	19
3.2.2 Patientenbefragung.....	20
3.2.3 Zahnärztlicher Befund .....	20
3.3 Kausalität und Statistik .....	21
3.3.1 Kovariablen und Confounder .....	21
3.3.2 Endpunkte und $\alpha$ -Level.....	21
3.3.3 Auswahl der Confounder bzw. des Confounding-Sets .....	22
3.3.4 Beziehung zwischen Kausalität und Statistik.....	23
3.3.5 Ausschluss von Patienten .....	23
3.3.6 Statistische Methoden.....	23

3.3.7	Primärer Endpunkt .....	27
4	Ergebnisse.....	28
4.1	Übersicht.....	28
4.2	Multiple Imputation.....	35
4.3	Primärer Endpunkt: Schmerzen und Funktionsstörungen .....	38
4.4	Sekundärer Endpunkt: OHIP .....	40
4.5	Sekundärer Endpunkt: Elongation .....	40
4.6	Benötigter Stichprobenumfang .....	41
5	Diskussion .....	44
5.1	Elongation von antagonistischen Molaren und Prämolaren und Parodontalgesundheit .....	44
5.2	Besteht ein Unterschied zwischen Fall- und Kontrollgruppe hinsichtlich subjektiver Symptome wie Schmerzen und Funktionsstörungen? .....	45
5.3	Besteht ein Unterschied zwischen Fall- und Kontrollgruppe hinsichtlich der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (OHIP)? .....	47
5.4	Sind die Ergebnisse abhängig von gesellschaftlich-sozialen Parametern wie Geschlecht, Alter und Schulbildung? .....	49
6	Zusammenfassung.....	51
7	Literaturverzeichnis .....	52
8	Anhang.....	60

## Abkürzungen

CMD	Craniomandibuläre Dysfunktion
DIDL	Dental Impact on Daily Living
DIP	Dental Impact Profile
DMS	Deutsche Mundgesundheitsstudie
MLQ	Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität
OHIP	Oral Health Impact Profile
OIDP	Oral Impact on Daily Performance
PSI	Parodontale Screening Index
SHIP	Study of Health in Pomerania

# 1 Literaturübersicht

## 1.1 Prävalenz der Molarenextraktion

Die zahnärztliche Versorgung der Bevölkerung ist heute so engmaschig, dass in der Regel die Entscheidung zur Entfernung eines Zahns im Verlauf einer zahnärztlichen Therapie getroffen wird (*Zitzmann 2004*).

Die Gründe für eine Zahnextraktion im Verlauf einer zahnärztlichen Therapie können vielfältig sein. Die Hauptursachen für eine Extraktion im bleibenden Gebiss in deutschen Zahnarztpraxen sind Karies und Parodontitis (*Reich 1993, Glockmann et al. 1999, Glockmann et al. 2011*). Über 60% der Zahnextraktionen werden durchgeführt, weil kariös zerstörte Zähne nicht mehr restauriert werden können (*Mayer 2005*) oder weil die Zähne durch eine Entzündung des Parodonts nicht erhaltbar sind. Weitere Gründe für eine Zahnextraktion sind akute Traumata und prothetische oder kieferorthopädische Therapieplanungen (*Reich 1993, Kahl-Nieke 2012*). Weisheitszähne werden in der Regel entfernt, wenn fortwährende Infektionen der umgebenden Weichteile auftreten (*Strub et al. 2005*).

Nach den Weisheitszähnen werden die Molaren gefolgt von den Prämolaren am häufigsten entfernt. Insgesamt werden mehr Zähne im Oberkiefer als im Unterkiefer extrahiert. Bei den Molaren und Prämolaren ist die Hauptursache für eine Extraktion Karies, bei den Eck- und Schneidezähnen dagegen Parodontitis (*Glockmann et al. 2011*).

Im Laufe der letzten 20 Jahre konnte der Zahnverlust insgesamt in Deutschland deutlich reduziert werden. Im Jahr 1999 fehlten jedem Deutschen in der Altersgruppe zwischen 35 und 44 Jahren im Durchschnitt 4,2 Zähne (*Micheelis und Reich 1999*), im Jahr 2006 waren es nur noch 2,7 fehlende Zähne (*Micheelis und Schiffner 2006*).

In der Altersgruppe von 65 bis 74 Jahren besitzen die Menschen naturgemäß deutlich weniger eigene Zähne. Im Jahr 1999 fehlten jedem Deutschen zwischen 65 und 74 Jahren im Durchschnitt 17,6 Zähne (*Micheelis und Reich 1999*), im Jahr 2006 waren es noch 14,2 fehlende Zähne (*Micheelis und Schiffner 2006*), während weitere 10 Jahre

später, im Jahr 2016, jedem Deutschen zwischen 65 und 74 Jahren nur noch 11,1 Zähne fehlten (*Jordan und Micheelis 2016*).

## **1.2 Antagonistenlose Molaren und Prämolaren und deren Folgeerscheinungen**

Eine Zahnlücke, die durch eine Extraktion entstanden ist, kann aus ästhetischen und funktionellen Gründen prothetisch geschlossen werden (*Graber 1986, Zitzmann 2004*). In der Praxis bleiben zahlreiche Zahnlücken unversorgt. Laut einer Umfrage in Schweden im Jahr 2001 glaubten 85% der befragten Zahnärzte, dass nach einer Extraktion zurückbleibende antagonistense Molaren merklich elongieren würden. 53% bevorzugten eine baldige Therapie der Situation, da sie mit einer Beeinträchtigung der Kaufunktion und der Entwicklung einer CMD rechneten, während 47% der befragten Zahnärzte vorschlugen abzuwarten und die Situation zunächst unversorgt zu belassen (*Lyka et al. 2001*).

Bereits 1991 untersuchten *Compagnon und Woda* die Folgeerscheinungen von unversorgten Extraktionslücken anhand erster Molaren im Oberkiefer. Dabei legten sie besonderes Augenmerk auf die Fragestellung, ob die antagonistense Zähne mit der Zeit elongieren und verglichen dabei gesunde Patienten mit an Parodontitis erkrankten. Bei den Patienten mit entzündetem Parodont war die Elongation der antagonistense Molaren deutlicher ausgeprägt als bei den gesunden Patienten. *Compagnon und Woda* klassifizierten die Elongation in zwei zugrundeliegende Mechanismen: Parodontalwachstum und aktive Eruption. Parodontalwachstum beschreibt die Elongation des Zahns über die Schlussbisslinie hinaus unter gleichzeitiger Verschiebung der Zahnfleischlinie in Richtung okklusal. Aktive Eruption beschreibt ebenfalls die Elongation des Zahns über die Schlussbisslinie hinaus, während die Zahnfleischlinie unverändert bleibt (*Compagnon und Woda 1991*).

*Kiliardis et al. (2000)* untersuchten Patienten mit antagonistense Molaren mehr als 10 Jahre nach der Extraktion des Antagonisten und ermittelten bei 18% der Zähne keine Elongation, bei 58% eine leichte Elongation von weniger als 2 mm und bei 24% eine stark ausgeprägte Elongation von 2 mm oder mehr. Sie beschreiben außerdem bei

40% der Patienten eine Rotation der antagonistischen Zähne um die eigene Achse, sowie bei 38% eine Kippung in mesiodistale oder bukkolinguale Richtung.

*Lenz und Reitz (1986)* untersuchten 88 Patienten mit antagonistischen Molaren und Prämolaren und fanden bei 24% der Zähne keine Elongation, bei 76% der Zähne eine leichte Elongation unter 2 mm. Eine über 2 mm hinausgehende Elongation konnte nicht gefunden werden.

In einer weiteren Studie untersuchten *Christou und Kiliardis (2007)* Patienten mit antagonistischen Molaren und maßen dabei eine mittlere Elongation von 1 mm in 10 Jahren. Dabei konnten sie die Ergebnisse von *Compagnon und Woda (1991)* bestätigen, dass bei Patienten mit entzündetem Parodont die Elongation deutlicher ausgeprägt ist als bei gesunden Patienten.

*Craddock und Youngson (2004)* berichten von ähnlichen Ergebnissen: In einer Untersuchung an 120 Patienten mit insgesamt 155 antagonistischen Molaren und Prämolaren elongierten 17% der Zähne gar nicht, 51% leicht und 32% stark.

*Craddock et al. (2007)* vergleichen erstmals antagonistische Zähne von Patienten einer Fallgruppe mit den Zähnen von Patienten einer Kontrollgruppe, deren Gebisse zum Zeitpunkt der Untersuchung vollständig waren. Sie beschreiben bei 92% der antagonistischen Molaren und Prämolaren eine Elongation, 27% davon 2 mm oder mehr, während in der Kontrollgruppe 33% der untersuchten Zähne elongierten, keiner davon über 2 mm. *Craddock et al.* unterscheiden drei Typen der Elongation: Parodontalwachstum, aktive Eruption und relative Abnutzung. Parodontalwachstum und aktive Eruption werden analog zu *Compagnon und Woda (1991)* verstanden. Relative Abnutzung definieren *Craddock et al.* als Abnutzung der Nachbarzähne, während der antagonistische Zahn keiner Abnutzung unterliegt. Der antagonistische Zahn ragt in der Folge über die Bisslinie der Nachbarzähne hinaus. Als Risiken der Elongation eines antagonistischen Zahns werden Plaqueanlagerungen an freiliegenden Wurzeln elongierter Zähne, in der Folge Wurzelkaries und nicht zuletzt ästhetische Nachteile genannt (*Craddock 2010*).

Auch *Lindskog-Stokland et al. (2012)* vergleichen Patienten einer Fallgruppe mit Patienten einer Kontrollgruppe, in der die Antagonisten der untersuchten Zähne noch vorhanden waren. Nach 12 Jahren waren 78% der antagonistischen Molaren elongiert, 21% davon 2 mm oder mehr, während in der Kontrollgruppe nur 5% der

untersuchten Molaren eine starke Elongation über 2 mm zeigten. Als Risikofaktor für die Elongation eines antagonistischen Zahns identifizieren die Autoren die Höhe des Alveolarknochens: Je weniger Knochensubstanz vorhanden ist, desto größer ist die Neigung zur Elongation.

Bereits 1987 zeigten *Kirschbaum et al.*, dass sich Zahnwanderungen im Allgemeinen bevorzugt direkt nach einer Extraktion manifestieren. *Love und Adams (1971)* grenzten diesem Zeitraum weiter ab und beschreiben, dass die meisten Wanderungen bis zu 5 Jahre nach der Extraktion zu beobachten sind und insbesondere bei jüngeren Patienten auftreten. Spätere Stellungsänderungen sind eher adaptiv, d.h. im Gebiss verbleibende Zähne passen sich einer neuen Situation an und übernehmen die Funktion nun fehlender Zähne (*Witter et al. 1994*).

**Tabelle 1:** Ergebnisse der Elongationsmessung verschiedener Arbeiten im Vergleich ausgedrückt als Prävalenz in % innerhalb der untersuchten Patientengruppe. k.A. (keine Angabe).

<b>Elongation</b>	<b>keine</b>	<b>leicht (&lt; 2 mm)</b>	<b>stark (≥ 2 mm)</b>
Kiliardis et al. 2000	18	58	24
Lenz und Reitz 1986	24	76	-
Craddock und Youngson 2004	17	51	32
Craddock et al. 2007			
<i>Fallgruppe</i>	8	65	27
<i>Kontrollgruppe</i>	67	33	0
Lindskog-Stokland et al. 2012			
<i>Fallgruppe</i>	22	57	21
<i>Kontrollgruppe</i>	k.A.	k.A.	5

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Elongationsmessung der beschriebenen Arbeiten im Vergleich. Die genannten Autoren ziehen aus durchaus vergleichbaren Ergebnissen unterschiedliche Schlussfolgerungen. Die einen sehen keine generelle Notwendigkeit, einen fehlenden Zahn sofort zu ersetzen (*Kiliardis et al. 2000*). Andere empfehlen eine Abwägung der Risiken, wie der Beschaffenheit des Knochens und dem Zustand des Parodonts (*Compagnon und Woda 1991, Lindskog-Stokland et al. 2012*). Wieder andere sprechen sich für eine möglichst kurzfristige Versorgung einer entstandenen Zahnlücke aus, um eine Elongation des antagonistischen Molaren oder Prämolaren

und mögliche klinische Folgen zu vermeiden (*Craddock 2010*). Zur Versorgung werden neben beweglichem und festem Zahnersatz auch adhäsive Bisschienen (*Craddock 2010*) und feste Retainer empfohlen, die den antagonistischen Zahn fixieren und damit vor der Elongation bewahren sollen (*Livas et al. 2016*).

### **1.3 Funktionelle Untersuchung des Kauorgans**

Funktionsstörungen des Kiefergelenks und der Gesichtsmuskeln, die Zahn-, Kiefergelenk-, Muskelerkrankungen und Schmerzen nach sich ziehen, werden allgemein als craniomandibuläre Dysfunktionen (CMD) zusammengefasst (*Ahlers et al. 2005*). Eine funktionelle Untersuchung des Kauorgans zielt darauf ab, diese Funktionsstörungen zu erkennen. Sie beinhaltet unter anderem die Untersuchung der Kiefergelenksbewegung anhand von Missempfindungen, Schmerzen und Geräuschen sowie der Bestimmung der Kieferrelation und der Okklusion (*Bumann et al. 2000*). Genau genommen umfasst sie die instrumentelle Bewegungsanalyse, die die Unterkieferbewegungsfunktion erfasst, die instrumentelle Okklusionsanalyse, die die statische okklusale Situation untersucht, die klinische Funktionsanalyse, die eine Anamnese subjektiver Beschwerden und klinischer Befunde beinhaltet, sowie die instrumentelle Funktionsanalyse, die die Funktionsfähigkeit des Kausystems abbildet (*Hugger und Kordaß 2018*).

Mit Maßnahmen der instrumentellen Funktionsanalyse können Störungen im Bereich der Okklusion und der Kiefergelenke verifiziert werden. Mittels bildgebender Verfahren, in der Regel Röntgenaufnahmen, werden zum Beispiel Wachstumsstörungen, mandibuläre Asymmetrien und Tumore im Kiefergelenk diagnostiziert. Da an der Entstehung von CMD auch psychische und orthopädische Faktoren beteiligt sein können, wird in der Regel eine konsiliarische, fachärztliche Untersuchung durchgeführt (*Ahlers et al. 2015*).

Symptome einer CMD können vor allem Schmerzen an Kopf, Nacken oder Schulter sein, aber auch eine eingeschränkte Mundöffnung, Kiefergelenkgeräusche oder Taubheitsgefühle (*Buescher 2007*). Aber auch eine Reihe von Symptomen, die zunächst möglicherweise mit anderen Ursachen in Verbindung gebracht werden, können im Rahmen einer CMD auftreten. Dazu gehören ungeklärter Zahnschmerz, ungeklärter

Ohrenschmerz, Schwindel, Gleichgewichtsstörungen, Schlafstörungen, Schnarchen und Tinnitus. Auch bei Auftreten dieser Symptome ist eine ausführliche Funktionsanalyse des Kauorgans anzuraten (Köneke 2010).

#### **1.4 Antagonistenlose Molaren und Prämolaren und Funktionsveränderungen**

Als eine der Hauptursachen für CMD wird das Fehlen von Prämolaren und Molaren bzw. eine eingeschränkte oder gänzlich fehlende Okklusion im Seitenzahnbereich diskutiert. Tallents et al. (2002) beschreiben anhand einer Untersuchung an 345 Patienten einen Zusammenhang von fehlenden Prämolaren und Molaren mit einer Verlagerung des Diskus im Kiefergelenk als Risikofaktor für die Entwicklung einer CMD. Craddock (2008) untersuchte an 200 Patienten das Ausmaß von okklusalen Störkontakten elongierter antagonistischer Molaren und Prämolaren mit anderen Zähnen im Gegenbiss. Sie stellt dabei fest, dass elongierte antagonistische Zähne deutlich häufiger in okklusale Störkontakte verwickelt sind als nicht elongierte Zähne in einer Kontrollgruppe. Sie diskutiert die Störkontakte als Ursache für die Entwicklung einer CMD.

In einer Studie an insgesamt 257 vietnamesischen Patienten im Alter von 65 bis 74 Jahren wurde untersucht, ob mangelnde Okklusion infolge von Zahnverlust ein Risikofaktor für CMD ist. Dabei wurden die Patienten in drei Gruppen eingeteilt: Volle Okklusion, fehlende Okklusion in einem oder beiden Seitenzahnbereichen und ganz fehlende Okklusion. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Zusammenhang zwischen fehlender Okklusion und der Entwicklung einer CMD (Nguyen et al. 2017).

Auf der anderen Seite konnten de Boever et al. (1983) anhand einer Studie an 135 Patienten, die unter CMD leiden, keinen Zusammenhang zwischen der Anzahl an okkludierenden Molarenpaaren und der Schwere der Symptome bzw. einer Verschlimmerung der Beschwerden finden.

In einer weiteren Studie an insgesamt 58 Patienten konnte keine signifikante Korrelation zwischen fehlender Abstützung im Molarengebiet und Krepitation oder Druckschmerz der Kiefergelenke nachgewiesen werden (Kopp 1977).

Auch *Witter et al.* (1994 und 2007) haben in zwei großen Studien Patienten mit verkürzten Zahnreihen, d.h. mit fehlenden Molaren und/oder Prämolaren, hinsichtlich der Prävalenz einer CMD untersucht. Die Patienten wurden dabei in Gruppen mit 3, 4 oder 5 Zahnpaaren aus Prämolaren und Molaren eingeteilt, jeweils bestehend aus Agonist und Antagonist. Antagonistenlose Prämolaren und Molaren wurden nicht mitgezählt. Als Parameter dienten Schmerzen, Kaugeräusche und eine eingeschränkte Mobilität des Unterkiefers, die anhand eines Fragebogens erhoben wurden. Zwischen der Fallgruppe mit verkürzten Zahnreihen und der Kontrollgruppe mit vollständigen Zahnreihen konnte kein signifikanter Unterschied aufgezeigt werden.

*Reissmann et al.* untersuchten in drei großen Studien an 215 bzw. 345 Patienten, ob eine verkürzte Zahnreihe ein Risiko darstellt für erstens Schmerzen als subjektives Symptom im Zusammenhang mit CMD (*Reissmann et al.* 2014), zweitens objektive Kennzeichen für eine CMD, die mittels bildgebender Verfahren diagnostiziert wurden (*Reissmann et al.* 2018), sowie die Auswirkungen auf die Lebensqualität (*Reissmann et al.* 2019). Jeweils ein Teil der Patienten war mit herausnehmbarem Zahnersatz versorgt, der jeweils andere Teil war unversorgt. Die Ergebnisse zeigen keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, d.h. kein Risiko für die Entstehung einer CMD bei Nichtversorgen einer verkürzten Zahnreihe.

Die Ergebnisse verschiedener Studien belegen, dass in Bezug auf die Entwicklung funktioneller Erkrankungen einseitiger Molarenverlust, verglichen mit symmetrischem Zahnverlust, ungünstiger einzustufen ist (*Agerberg und Carlsson* 1973, *Barghi et al.* 1987, *Franks* 1967).

## **1.5 Untersuchungsinstrumentarien zu mundgesundheitsbezogener Lebensqualität**

Bei der Untersuchung eines Patienten werden auf der einen Seite objektive Symptome berücksichtigt, die im englischen Sprachraum „signs“ genannt werden. Damit sind Symptome gemeint, die der Arzt feststellen kann ohne mit dem Patienten zu sprechen, wie z.B. das Ausmaß der Elongation, Rotation oder Kippung eines Zahns, die Verschiebung der Zahnfleischlinie, verschiedene Indices zur Einstufung der Parodontalgesundheit oder die Höhe des Alveolarknochens. Subjektive Symptome, die

der Patient selbst empfindet und beurteilt, werden im englischen Sprachraum als „symptoms“ bezeichnet. Diese können z.B. Missempfindungen, Schmerzen, Jucken oder Taubheitsgefühl sein. Subjektive Symptome werden in der Praxis anhand von Patientenbefragungen erfasst, in denen der Patient zum Beispiel einen Schmerz benennen, lokalisieren und in seiner Stärke skalieren kann.

Die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) beschreibt die Empfindung der Mundgesundheit insgesamt durch den Patienten (*John et al. 2004 a*). Sie wird mit Hilfe standardisierter Fragebögen erfasst. Auf diese Weise wird eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse ermöglicht. Das verbreitetste Instrument zur Erfassung der MLQ ist das Oral Health Impact Profile (OHIP), das ursprünglich auf Englisch entwickelt (*Slade und Spencer 1994*) und mittlerweile in viele Sprachen übersetzt wurde. Es handelt sich um eine Reihe von Fragen, die zu einem Summenwert aufgerechnet werden, der das Niveau der MLQ darstellt. Im deutschen sowie auch im englischen Sprachraum wurden verschiedene Kurzversionen des Fragebogens mit ursprünglich 53 Fragen entwickelt, um das OHIP auch für umfangreiche Studien praktikabel zu machen. Diese Kurzversionen enthalten 21, 14 bzw. 5 Fragen (*John et al. 2004 a*).

Das OHIP ist national und international wissenschaftlich gut untersucht worden (*Slade und Spencer 1994, John und Micheelis 2000, John et al. 2004 a-c*), und es gilt bezüglich seiner psychometrischen Eigenschaften (Reliabilität und Validität) als überlegen gegenüber anderen Instrumenten (*Locker 1995, John und Micheelis 2000*).

Es existieren zum OHIP nicht nur Querschnittstudien sondern auch Längsschnittstudien (*Slade et al. 1996*). Diese zeigen, dass das OHIP sehr sensitiv auf Veränderungen in der mundgesundheitsbezogenen Zufriedenheit reagiert (*Allen et al. 2001*) und sich daher besonders gut eignet zur Beschreibung eines Therapieverlaufs (*John und Micheelis 2000*).

Ein Blick in die Literatur zeigt Studien aus allen Bereichen mundgesundheitsbezogener Themen, in denen das OHIP weltweit verwendet wird: unter vielen anderen implantatgetragene vs. konventionelle Prothesen (*Awad et al. 2003*), Auswirkungen von CMD (*Reiner-Sitar et al. 2008*), laserbasierte endodontische Therapie (*Metin et al. 2018*), Vergleich verschiedener Materialien zur Verblendung für Zirkonprothesen

(Merli et al. 2017), Auswirkungen von oralen Erkrankungen im Kindesalter (Hirsch et al. 2000).

Andere gängige Instrumente zur Erfassung der MLQ sind das Dental Impact Profile (DIP) (Strauss und Hunt 1993), der Dental Impact on Daily Living (DIDL) (Kumar et al. 2015) und der Oral Impact on Daily Performance (OIDP) (Hwang et al. 2012). Alle genannten Instrumente bestehen aus Fragebögen unterschiedlichen Umfangs, die Themen aus den Bereichen Nahrungsaufnahme, Sprache, Zahreinigung, Wohlbefinden, tägliche Aktivitäten und soziale Kontakte abfragen. Die Ergebnisse werden, wie auch beim OHIP, zu einem Zahlenwert zusammengerechnet, der das Niveau der MLQ darstellt.

## **1.6 Antagonistenlose Molarensituation in der Patientensicht**

Der Blick in die Literatur hat gezeigt (vgl. Abschnitt 1.5), dass die Nichtversorgung von antagonistischen Molaren und Prämolaren ein Risiko für die Entwicklung von okklusalen Störkontakten, CMD, Schmerzen und anderer funktioneller Erkrankungen darstellt. Interessant ist die Fragestellung, inwieweit diese Ergebnisse mit der MLQ der betroffenen Patienten korrelieren.

*Baba et al.* (2008) untersuchten, ob eine Verkürzung der Zahnreihe die Lebensqualität der betroffenen Patienten beeinträchtigt. Der Einfluss auf die Lebensqualität wurde anhand der japanischen Version des OHIP ermittelt. Die Ergebnisse zeigen durch eine Verkürzung der Zahnreihe eine signifikante Beeinträchtigung der Lebensqualität der untersuchten Patienten.

Fast 10 Jahre später veröffentlichten dieselben Autoren eine systematic review Studie, in der sie eine Reihe von Einzelstudien zusammen auswerteten (*Fueki und Baba 2017*). Die Fragestellung war, ob es einen Unterschied in der MLQ gibt zwischen Patienten, deren fehlende Molare und Prämolare unversorgt geblieben waren und Patienten, deren entsprechende Zahnlücken durch herausnehmbaren Zahnersatz versorgt worden waren. In allen eingeschlossenen Einzelstudien war OHIP als Messinstrument für die MLQ verwendet worden. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen gefunden.

*Gerritsen et al.* (2017) untersuchten in einer Langzeitstudie die Beeinträchtigung der Lebensqualität von Patienten mit verkürzten Zahnreihen und Patienten mit vollständigen Zahnreihen anhand der niederländischen Version des OHIP. Sie stellten ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen fest.

*Reissmann et al.* (2019) fanden bei einer ähnlichen Studie mit 150 Probanden über einen Zeitraum von 10 Jahren vergleichbare Ergebnisse. Es konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden zwischen Probanden mit unversorgten verkürzten Zahnreihen und Probanden, deren Zahnlücken mit herausnehmbarem Zahnersatz versorgt worden waren.

Ein Vergleich der verschiedenen Ergebnisse aus der Literatur legt die Vermutung nahe, dass beide Versorgungskonzepte ihre Berechtigung haben: zum einen die verkürzte Zahnreihe, bei der die fehlenden Molaren und Prämolaren nicht ersetzt werden, zum anderen die Versorgung der Lücken im Gebiss mit beispielsweise herausnehmbarem Zahnersatz. Zahlreiche Studien belegen, dass durch antagonistische Molaren und Prämolaren funktionelle Probleme entstehen können. Andererseits zeigen eine Reihe anderer Studien, dass Patienten mit verkürzten Zahnreihen und Patienten mit versorgten Zahnlücken eine vergleichbare MLQ haben.

## **1.7 Die Mundgesundheit der Gesellschaft**

Große Studien an mehreren Tausend Probanden geben Aufschluss über die Gesundheit der Gesellschaft und ermöglichen die Erforschung von Risikofaktoren, Trends und Zusammenhängen nicht nur in zahnmedizinischer Hinsicht, sondern in allen medizinischen Bereichen.

Die Study of Health in Pomerania (SHIP) (*John et al.* 2001, *Hensel et al.* 2003, *Völzke et al.* 2011) wurde in Mecklenburg-Vorpommern an über 8700 Probanden durchgeführt. Die Ersterhebung fand zwischen 1997 und 2001 statt (SHIP-0), zwischen 2002 und 2006 wurde die erste Fünf-Jahres-Nachuntersuchung (SHIP-1) durchgeführt, zwischen 2008 und 2012 wurden die Probanden ein drittes Mal untersucht (SHIP-2). Ziel der Studie war, den Zusammenhang zwischen Risikofaktoren und Krankheiten besser zu

verstehen. Zu diesem Zweck wurden an den Probanden umfassende körperliche Untersuchungen durchgeführt, Blut, Urin und Speichel untersucht sowie Daten zu den Lebensumständen und dem psychischen Befinden erhoben (Völzke 2012). Durch die große Menge an Probanden und die gemeinsame Betrachtung der Daten aus objektiven und subjektiven Symptomen sowie den sozialen und beruflichen Lebensumständen ist es möglich, Zusammenhänge zwischen verschiedenen Krankheiten untereinander sowie zwischen Risikofaktoren und bestimmten Krankheiten zu erkennen. Die involvierten Forschungsgebiete umfassen unter anderem Herz-Kreislauf-, Schilddrüsen- und Lungen-Erkrankungen (Völzke 2013).

Im Rahmen der körperlichen Untersuchungen wurden auch zahnmedizinische Befunde erhoben. Die Ergebnisse zeigen beispielsweise, dass sich die zahnmedizinische Versorgung der Bevölkerung insgesamt verbessert hat: weniger Menschen haben einen ganz zahnlosen Kiefer, mehr Menschen haben ein vollständiges Gebiss. Der Versorgungsgrad mit herausnehmbarem Zahnersatz und Implantaten ist deutlich gestiegen (Samietz et al. 2018).

Ein weiterer Teil der Studie beschreibt den Zusammenhang zwischen Osteoporose und Zahngesundheit: Probanden mit verringerter Knochensteifigkeit, die im Rahmen einer Osteoporose-Erkrankung ein Risikofaktor für Frakturen darstellt, zeigten einen erhöhten Grad an Zahnverlust, dies betraf vor allem Frauen (Silveira et al. 2016).

Auch die mundgesundheitsbezogene Befragung der Probanden ergab interessante Ergebnisse: Über einen Zeitraum von 10 Jahren betrachtet sollte die Wahrscheinlichkeit eines Zahnverlustes vorhergesagt werden. Dabei wurden keine klinischen Parameter verwendet, sondern allein die Selbsteinschätzung des Probanden und weitere Parameter wie Alter, Geschlecht, Bildungsstand und Einkommen und andere. Die Vorhersageergebnisse waren vergleichbar mit einer zweiten Untersuchung, in der klinische Parameter wie Karies und Parodontitis verwendet wurden (Meisel et al. 2018).

In der Deutschen Mundgesundheitsstudie werden regelmäßig Kinder, Jugendliche und Erwachsene in ganz Deutschland untersucht und befragt. Seit der ersten Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS I) im Jahr 1989 bis zur aktuellen Untersuchung DMS V, die in den Jahren 2013 und 2014 durchgeführt wurde, konnten regelmäßig

mundgesundheitsbezogene Daten an mehreren Tausend Probanden erhoben werden (*Jordan und Micheelis 2016*). In insgesamt 90 deutschen Gemeinden sind dabei etwa 4600 Probanden untersucht und befragt worden. Besonders interessant an den Ergebnissen ist zum einen der Vergleich mit den Daten aus den Vorjahren, der eine Beschreibung der Entwicklung der deutschen Zahngesundheit über die Jahre ermöglicht. Zum anderen eignen sich die Ergebnisse, ebenso wie bei Betrachtung der SHIP-Studien, um Zusammenhänge zwischen medizinisch-diagnostischen Parametern einerseits und gesellschaftlich-sozialen Parametern andererseits zu untersuchen.

Die Ergebnisse der DMS V zeigen, dass 81% der 12-jährigen Kinder heute kariesfrei sind, die Zahl der kariesfreien Gebisse hat sich in den Jahren von 1997 bis 2014 verdoppelt. 45% der Kinder kennen die Empfehlungen zur Zahnpflege und geben ein gutes Zahnputzverhalten an.

Bei den 35 bis 44-Jährigen ist die Anzahl der Zähne mit Karieserfahrung seit 1997 um 30% zurückgegangen. Nur noch halb so viele 35- bis 44-Jährige weisen im Vergleich zum Jahr 1997 noch eine Karieserkrankung der Zahnwurzel auf. Schwere Parodontalerkrankungen haben sich bei den 35- bis 44-Jährigen halbiert.

Von den 65- bis 74-Jährigen ist heute nur noch jeder achte zahnlos, im Jahr 1997 war es noch jeder vierte. Die 65 bis 74-Jährigen besitzen im Durchschnitt fünf eigene Zähne mehr als noch im Jahr 1997. Dreimal mehr 65- bis 74-Jährige geben an, eine gute Mundhygiene zu haben.

Des Weiteren haben Frauen ein höheres Kariesrisiko als Männer und die Anfälligkeit für Parodontitis steigt mit dem Alter. So leiden 51% der 35 bis 44jährigen unter einer parodontalen Erkrankung, unter den 65 bis 74jährigen sind es 65% und unter den 75 bis 100jährigen sind es sogar 90%. Kinder und Jugendliche aus sozial schwachen Familien haben eine schlechtere Mundhygiene und sind in der Folge anfälliger für Karies. 88% der 12jährigen Kinder mit hohem Sozialstatus haben kariesfreie Gebisse während nur 75% der Kinder mit niedrigem Sozialstatus kariesfreie Gebisse haben. (*Micheelis und Schiffner 2006, Jordan und Micheelis 2016*).

## 2 Fragestellung

Anhand einer Untersuchung von insgesamt 100 Patienten sollen folgende Fragestellungen durch die vorliegende Arbeit beantwortet werden:

1. In welchem Ausmaß zeigen die untersuchten antagonistischen Molaren und Prämolaren eine Elongation, und inwieweit korrelieren die Ergebnisse mit der Parodontalgesundheit?
2. Besteht ein Unterschied zwischen Fall- und Kontrollgruppe hinsichtlich subjektiver Symptome wie Schmerzen und Funktionsstörungen?
3. Besteht ein Unterschied zwischen Fall- und Kontrollgruppe hinsichtlich der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (OHIP)?
4. Sind die Ergebnisse abhängig von gesellschaftlich-sozialen Parametern wie Geschlecht, Alter und Schulbildung?

# 3 Material und Methode

## 3.1 Einleitung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll anhand einer Fallgruppe und einer Kontrollgruppe mit jeweils 50 Patienten die Situation von antagonistischen Molaren und Prämolaren erfasst werden. Berücksichtigt werden mittels einer umfangreichen Befunderhebung sowohl Elongation als auch Rotation und Kippung der antagonistischen Zähne, sowie Parodontalgesundheit und Funktionsstörungen. Es soll ferner untersucht werden, inwieweit die Situation der antagonistischen Molaren und Prämolaren mit subjektiven Symptomen wie Schmerzen, Kaugeräuschen und sonstigen Missempfindungen beim Kauen einhergeht, und ob die Lebensqualität der Patienten dadurch beeinflusst wird. Die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität soll mittels des verkürzten deutschen Fragebogens OHIP-G14 ermittelt werden. Für die Auswertung des Probandengutes werden Geschlecht, Alter und Schulbildung sowie allgemeine Fragen zur Mundhygiene erhoben.

## 3.2 Datenerhebung

### 3.2.1 Studiendesign

Für die vorliegende Studie wurden eine Fallgruppe und eine Kontrollgruppe mit jeweils 50 Patienten im Alter von 32 bis 79 Jahren befragt und untersucht. Alle Teilnehmer der Studie waren Patienten der Zahnarztpraxis Dr. Horst Feldhaus in Bremen, ab Januar 2015 Zahnarztpraxis Hans Ole Witzleb, und wurden im Rahmen einer laufenden Behandlung oder eines Kontrolltermins in der Praxis befragt und untersucht. Damit konnte für die Umgebungsbedingungen weitgehende Strukturgleichheit für das Probandengut angenommen werden. Das Einschlusskriterium für die Fallgruppe war mindestens ein nicht überkronter antagonistischer Molar oder Prämolare. Das Einschlusskriterium für die Kontrollgruppe war Vollbezahnung.

Nachdem die Studie von der Ethikkommission der Ärztekammer Bremen im April 2012 genehmigt worden war, fand die Datenerhebung im Zeitraum Juni 2012 bis Juni 2015 statt.

### **3.2.2 Patientenbefragung**

Der erste Teil der erhobenen Daten besteht aus einer Befragung der Patienten. Dabei wurden gesellschaftlich-soziale Parameter abgefragt. Diese umfassten im Einzelnen Geschlecht, Alter, Art der Krankenversicherung, Dauer des Schulbesuchs und Schulabschluss. Ferner wurde die allgemeine Gesundheit, im Speziellen die Mundgesundheit und Gewohnheiten zur Zahnhygiene erfasst, im Einzelnen waren dies Zuckerkrankheit, Rauchgewohnheiten, Zahngesundheit, Häufigkeit des Zähneputzens, Hilfsmittel zur Zahnreinigung, benötigter Zahnersatz, bevorzugte Kauseite, Migräne, Ohrgeräusche, Zähne zusammenpressen, Zähneknirschen und Kaugummikauen. Die Fragen stammen aus der zahnmedizinischen Befragung der SHIP Studie (*John et al. 2001, Hensel et al. 2003, Völzke et al. 2011*), dies betrifft die Fragen 1-12 des Patientenfragebogens.

Außerdem umfasste der Fragebogen die 14 Fragen des verkürzten deutschen Fragebogens OHIP-G14 zur Beurteilung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität. Diese betreffen im Einzelnen Probleme im Mundbereich, z.B. beim Sprechen, den Geschmackssinn, Schmerzen im Mundbereich, Probleme mit bestimmten Nahrungsmitteln, eine bedrückte oder depressive Stimmung, Anspannung, Nahrungsaufnahme, Entspannung, Verlegenheitsgefühl, Reizbarkeit, alltägliche Beschäftigungen, allgemeines Lebensgefühl und eine Unfähigkeit, Dinge zu tun.

Der vollständige Patientenfragebogen ist in Anhang A dargestellt.

### **3.2.3 Zahnärztlicher Befund**

Der zweite Teil der Daten besteht aus einer Befunderhebung durch den Behandler. Der Behandler war in allen Fällen der Verfasser dieser Studie. Erfasst wurden neben dem Zahnstatus der Parodontale Screening Index (PSI), der Zustand des antagonistischen Zahns bzw. der antagonistischen Zähne hinsichtlich Elongation, Kippung und Rotation, eine Anamnese bezüglich zurückliegenden ärztlichen Behandlungen und Funktionstherapien, zurückliegenden Unfällen im Kopf- oder Halsbereich, Schmerzen

und Verspannungen, eine genaue Erfassung der Schmerzen nach Ort, Zeitpunkt, Dauer, Häufigkeit und erstmaligem Auftreten und einer möglichen Beeinträchtigung durch die Schmerzen. Ferner wurden Missempfindungen beim Kauen, Kieferschluss und Mundöffnung untersucht und abgefragt, ob Kiefergelenkgeräusche auftreten. Des Weiteren wurden erhoben Palpation, Auskultation, Isometrie von Mundöffnung, Kieferschluss, Rechts- und Linkslateralbewegung, Mobilität des Unterkiefers, Ablauf der Öffnungsbewegung, Endgefühl, Kieferrelation, Abrasion, Keilförmige Defekte, Zungenimpressionen, Wangenimpressionen und die Okklusion.

Der vollständige Befundbogen ist in Anhang B dargestellt.

### **3.3 Kausalität und Statistik**

#### **3.3.1 Kovariablen und Confounder**

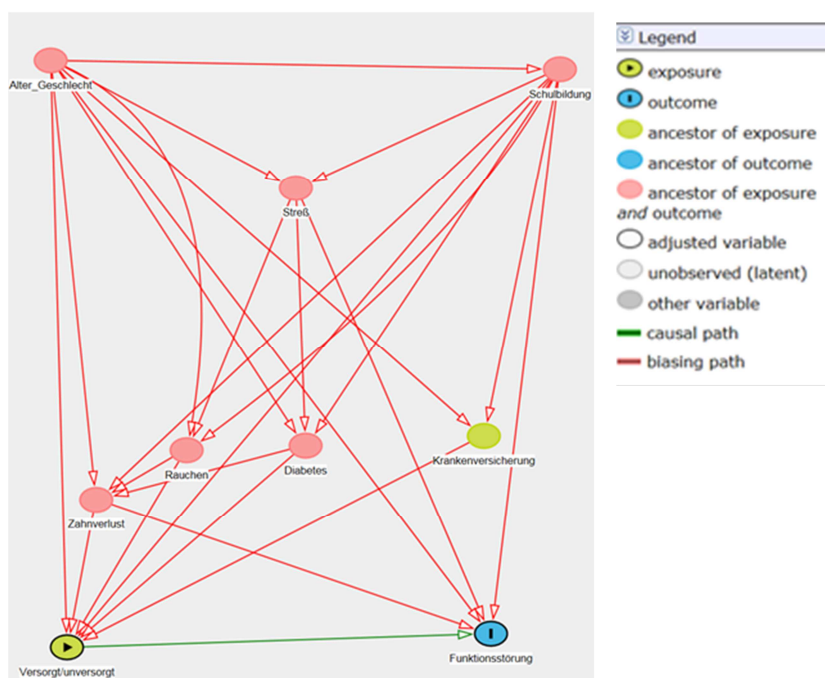
Die Aufteilung der Patienten in die beiden Gruppen erfolgte nicht randomisiert. Daher dient die sorgfältige Auswahl der Kovariablen nicht wie bei randomisierten Studien primär der Steigerung der Effizienz (*Senn 2007*), sondern der Kontrolle der Beziehung zwischen Exposition und Endpunkt. Es steht bei den Kovariablen also nicht wie bei randomisierten Studien die Eigenschaft als Prädiktor des Endpunktes im Vordergrund, sondern die als Confounder der Beziehung zwischen Exposition und Endpunkt. Patienten mit vielen fehlenden Angaben zu Confoundern müssen also aus der Analyse ausgeschlossen werden (*Harrell 2015*).

#### **3.3.2 Endpunkte und $\alpha$ -Level**

Vor der Auswertung wurde die Variable Schmerz und Funktionsstörung als primärer Endpunkt festgelegt (*ICH E9 Expert Working Group 1999*). Als sekundäre Endpunkte wurden OHIP und Elongation in dieser Reihenfolge festgelegt, so dass eine Korrektur des  $\alpha$ -Levels von 0,05 nicht notwendig ist (*Cook und Farewell 1996*). Einer Empfehlung der American Statistical Association (*Wasserstein 2016*) folgend wird eine Interpretation von P-Werten zugunsten der Interpretation von 95%-Konfidenzintervallen bzw. 95%-Vertrauensbereichen vermieden (*Greenland et al. 2016*).

### 3.3.3 Auswahl der Confounder bzw. des Confounding-Sets

In Standardlehrbüchern der Epidemiologie werden drei Kriterien für einen Confounder angeführt: Assoziation mit erstens dem Endpunkt und zweitens der Exposition, aber drittens nicht als Folge der Exposition bzw. nicht als Mediator (Rothman 2012). In der Fachliteratur wird mittlerweile aber zwischen Confounder und Confounding unterschieden (Pearl 2009, Vanderweele 2015). Dieser Unterschied bezieht sich auf die Kriterien eines Confounders einerseits und die Kriterien für ein Set von Confoundern andererseits. Insbesondere kann eine Kovariable zu einem Confounder-Set gehören, ohne dass diese Kovariable allen drei Kriterien eines Confounders entspricht. Auch umgekehrt kann es sein, dass eine Kovariable allen drei Kriterien eines Confounders entspricht, aber nicht für ein Set von Confoundern ausgewählt wird. Für die Auswahl adäquater Confounder-Sets wird aufgrund des hohen Aufwands auf Software zurückgegriffen. Hier wurde DAGitty in der Version 2.3 verwendet (Textor et al. 2011).



**Abbildung 1:** Zusammenhänge zwischen Exposition, Endpunkt und den Kovariablen des Confounder-Sets, Screenshot DAGitty 2.3.

Laut DAGitty ergeben sich zwei Confounder-Sets für die Beziehung zwischen der Exposition und dem primären Endpunkt:

1. Alter, Geschlecht, Schulbildung, Zahnverlust, Rauchen und Diabetes mellitus
2. Alter, Geschlecht, Schulbildung, Zahnverlust und Stress.

Zahnverlust wird als Einschlusskriterium für die Studie nicht weiter berücksichtigt. Da Stress nur als gegenwärtiger Stress erhoben wurde, wird das erste Confounder-Set ausgewählt. Es sei darauf hingewiesen, dass Rauchen und Diabetes mellitus unabhängig von einer Assoziation mit dem primären Endpunkt (Funktionsstörung) in das Confounder-Set aufgenommen werden. Abb. 1 zeigt die Zusammenhänge zwischen Exposition, Endpunkt und den Kovariablen des Confounder-Sets im Überblick.

Für den ersten sekundären Endpunkt OHIP wird das gleiche Confounder-Set gewählt. Für den zweiten sekundären Endpunkt Elongation wird keine Beziehung zwischen Rauchen und Elongation, Schulbildung und Elongation sowie zwischen Stress und Elongation angenommen, wohl aber eine zwischen Diabetes mellitus und Elongation. Somit reduziert sich das Confounder-Set hier auf Alter, Geschlecht und Diabetes mellitus.

#### **3.3.4 Beziehung zwischen Kausalität und Statistik**

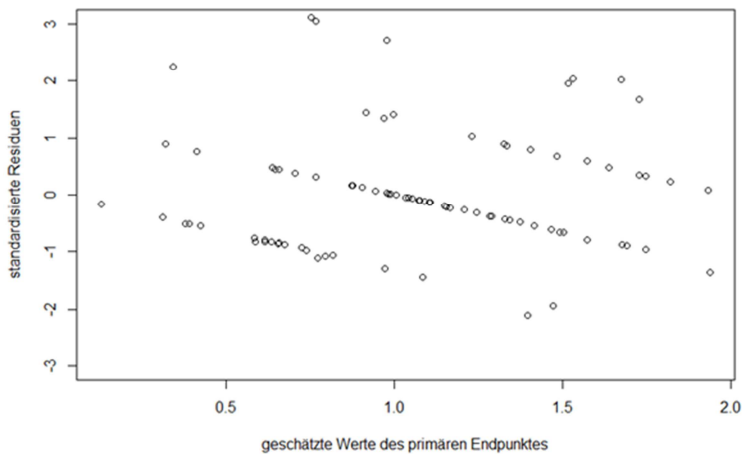
Das Konzept des Confoundings ist ein kausales, kein statistisches Konzept (*Pearl 2009*). Confounder können die Ergebnisse einer Studie beeinflussen, was die Gefahr von falschen Schlüssen nach sich zieht, wenn die Confounder nicht berücksichtigt werden (*Porta 2008*). In der vorliegenden Studie wurden deshalb verschiedene Modelle berechnet, um ein Confounding so klein wie möglich zu halten. Unter zusätzlichen Voraussetzungen kann das kausale Konzept in ein statistisches überführt werden (*Pearl 2009*), so dass dann ein Confounder als relevant gilt, wenn dessen Aufnahme ins Modell zu einer Änderung von >10% im Schätzer führt (*Pearl 2009, Rothman 2012*).

#### **3.3.5 Ausschluss von Patienten**

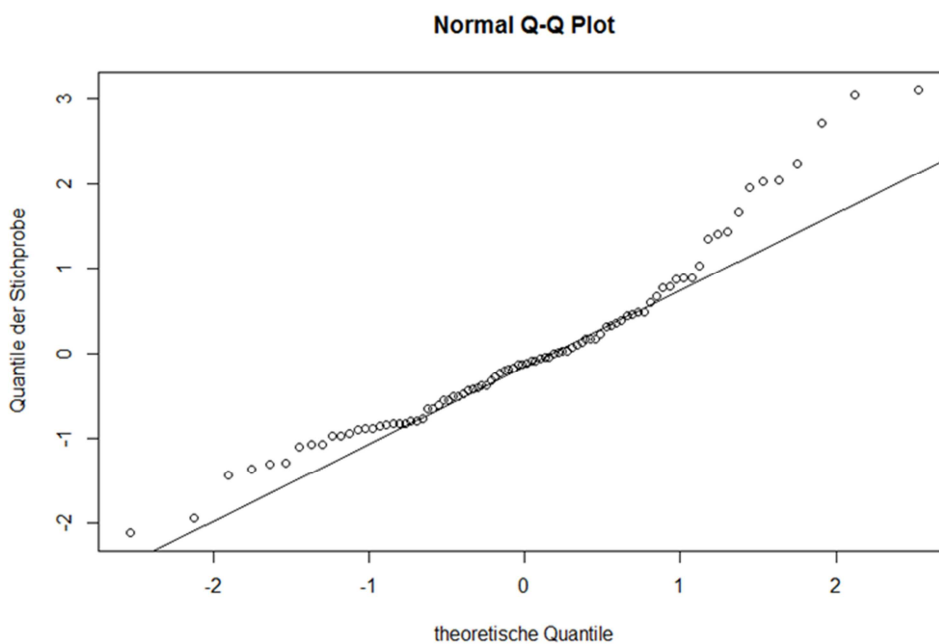
Eine Patientin der Fallgruppe wies fehlende Werte bei den Confoundern Schulbildung, Rauchen, Diabetes und auch beim OHIP auf, weshalb sie bei der Analyse nicht berücksichtigt wurde.

#### **3.3.6 Statistische Methoden**

Es gibt verschiedene statistische Methoden die hier angewendet werden können. Für kontinuierliche Variablen, wie zu Beispiel Alter, lässt sich die lineare



**Abb. 2:** Graphische Darstellung der standardisierten Residuen in Abhängigkeit von den geschätzten Werten (lineare Regression der primären Zielgröße in Abhängigkeit von Gruppe, Geschlecht, Alter, Schulbildung, Rauchen und Diabetes mellitus ohne Imputation fehlender Werte). Die Varianzen steigen mit den geschätzten Werten an; die Voraussetzung homogener Varianzen ist somit nicht erfüllt.



**Abb. 3:** Q-Q Plot für die Residuen der linearen Regression der primären Zielgröße in Abhängigkeit von Gruppe, Geschlecht, Alter, Schulbildung, Rauchen und Diabetes mellitus ohne Imputation fehlender Werte. Die Quantile der Stichprobe weichen deutlich von den theoretischen Quantilen ab; die Voraussetzung der Normalverteilung ist nicht erfüllt.

Regressionsanalyse anwenden. Bei dichotomen Variablen, die zwei Merkmalsausprägungen haben, eignet sich die logistische Regression. Aufgrund der Ergebnisse von Residuenanalysen konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht davon ausgegangen werden, dass die Voraussetzungen der linearen Regression erfüllt würden. Daher wurden alle drei Endpunkte mittels ordinaler logistischer Regression analysiert. Die mathematisch wichtigste Voraussetzung der linearen Regression, die Linearität (*Gelman and Hill 2007*), wurde bei der einzigen kontinuierlichen Variable, dem Alter, durch sogenannte eingeschränkte kubische Splines (Englisch: restricted cubic splines) mit 3 Knoten erfüllt. Diese Splines sind vorteilhafter als z.B. Kategorien von 10-Jahres-Altersgruppen (*Greenland 2008b, Harrell 2015*).

Für die Analysen wurde die freie Software R in der Version 3.3.3 verwendet (R Development Core Team, Wien, Österreich), insbesondere die Pakete rms (*Harrell 2015*) und MASS (*Venables and Ripley 2002*). Daneben wurde Stata in der Version 14.2 (StataCorp, College Station, Texas, USA) verwendet. Weder die Voraussetzung homogener Varianzen (Abb. 2) noch die der Normalverteilung (Abb. 3) war in der linearen Regression erfüllt.

Eine ordinale logistische Regression ist eine Verallgemeinerung des Wilcoxon-Mann-Whitney-Rangtests für unabhängige Stichproben und weist weniger Voraussetzungen auf als die lineare Regression, hat bei fünf oder mehr Stufen aber eine ähnlich hohe statistische Power (*Harrell 2015*). Die ordinale logistische Regression weist eine deutlich höhere statistische Power bzw. engere Konfidenzintervalle als die binäre logistische Regression auf (*Harrell 2015*), weshalb sie hier als statistisches Modell verwendet wird. Odds Ratios der ordinalen logistischen Regression können wie die Odds Ratios der binären logistischen Regression interpretiert werden, d.h. die Odds Ratio kann als eine verallgemeinerte Odds Ratio aufgefasst werden (*Harrell 2015*). Z.B. beträgt die Odds Ratio beim primären Endpunkt Schmerzen und Funktionsstörungen ohne Adjustierung für eine Trennung bei  $\geq 1 = 3,7$  und bei  $\geq 2 = 3,0$ . Tabelle 2 zeigt die Kreuztabellen für beide Fälle, aus denen jeweils die Odds Ratio abzulesen ist.

**Tabelle 2:** Kreuztabelle für den primären Endpunkt Schmerzen und Funktionsstörungen ohne Adjustierung für eine Trennung bei a.  $\geq 1$  und bei b.  $\geq 2$ .

a.

Schmerzen und Funktionsstörungen	Fallgruppe	Kontrollgruppe
<1	17	6
$\geq 1$	33	43

b.

Schmerzen und Funktionsstörungen	Fallgruppe	Kontrollgruppe
<2	42	31
$\geq 2$	8	18

Ein Nachteil der ordinalen wie auch der binären logistischen Regression besteht darin, dass bei einer leeren Zelle in der Kreuztabelle für Exposition und Endpunkt die Odds Ratio nicht präzise geschätzt werden kann. So gibt es beim Endpunkt Elongation 50 Nullen für die Kontrollgruppe, aber keine Werte  $\geq 1$  mm; somit beträgt die Odds Ratio der Fallgruppe  $+\infty$  (Hosmer und Lemeshow 2000). Dies veranschaulicht auch die Kreuztabelle (Tab. 3). Die Software gibt hier keine korrekten P-Werte aus. Es kann der Fall auftreten, dass im Modell ohne Confounder die logistische Regression P-Werte nahe 1 ergibt, während im Wilcoxon-Mann-Whitney-Rangtest nach Korrektur für gleiche Werte (englisch: ties, hier die Nullen) ein Unterschied zwischen den Gruppen nachgewiesen werden kann.

**Tabelle 3:** Kreuztabelle für den sekundären Endpunkt Elongation.

Elongation	Fallgruppe	Kontrollgruppe
0 mm	50	9
$\geq 1$ mm	0	40

Um den Einfluss der Confounder Alter, Geschlecht und Diabetes mellitus dennoch abschätzen zu können, wurden den 50 Nullen der Kontrollgruppe sowie den neun Nullen der Fallgruppe unabhängig vom Gruppenstatus zufällige Werte der

Gleichverteilung im Intervall (0; 0,1) zugewiesen. Diese sind interpretierbar als Messfehler (Cole et al. 2006). So wurde eine ordinale logistische Regression durchführbar. Dieses Vorgehen wurde, wie bei Greenland 2008a beschrieben, 10.000-mal wiederholt und dafür das 95%-Simulationsintervall, wie bei Lash et al. 2009 beschrieben, angegeben. Dieses ist ähnlich wie ein 95%-Konfidenzintervall zu interpretieren. Aufgrund numerischer Probleme infolge des geringen Stichprobenumfanges erfolgte hier keine multiple Imputation der zwei fehlenden Angaben bei Diabetes mellitus. Beide Patienten wurden hier als Nichtdiabetiker angenommen, was durch die Ergebnisse der multiplen Imputation (siehe Ergebnisse) gerechtfertigt ist. Der hierfür verwendete R-Code ist in Anhang C dargestellt.

### **3.3.7 Primärer Endpunkt**

Der primäre Endpunkt Schmerzen und Funktionsstörungen wurde als Zusammenfassung verschiedener Variablen definiert. Er beinhaltet fünf Komponenten, von denen jede auf 0 oder 1 gesetzt werden kann. Für die Auswertung wurde bei jedem Patienten die Anzahl an Komponenten gezählt, die auf 1 gesetzt waren. Die 5 Komponenten sind:

- Schmerz: Schmerzen an Kopf, Schläfen, Ohrbereich/Kiefergelenken, Nacken oder Schulter (im Befundbogen: 4.6 – 4.10, ohne 4.11).
- Gelenkgeräusch: Auskultation gleich „ja“ (5.11).
- Muskulatur/Isometrie: Missempfindung oder Schmerz bei mindestens einer der vier Bewegungen (5.12.1, 5.12.2, 5.12.3, 5.12.4).
- Bewegungsstörung: Mundöffnung kleiner als 25 mm oder größer als 54 mm (5.13.1), ein fehlender Wert wurde auf „kein Befund“ ersetzt.
- Hyperaktivität: Wenn ein Befund bei Abrasion, keilförmige Defekte, Zungen- oder Wangenimpressionen vorliegt (5.17 – 5.20).

# 4 Ergebnisse

## 4.1 Übersicht

Die Tabellen 4 und 5 zeigen die Ergebnisse aller erhobenen Variablen. In Tabelle 5 sind speziell die primären und sekundären Zielvariablen dargestellt. Die Patienten der Fallgruppe waren im Mittelwert mit 57,2 Jahren etwas älter als die Patienten der Kontrollgruppe mit 54,2 Jahren. In beiden Gruppen war die Mehrheit der Patienten weiblich (Fallgruppe 61% und Kontrollgruppe 54%) sowie gesetzlich versichert (Fallgruppe 98% und Kontrollgruppe 90%). Unter den Patienten der Fallgruppe sind 39% unter 10 Jahre zur Schule gegangen, während nur 16% über 10 Jahre eine Schule besucht haben. Von den Patienten der Kontrollgruppe hingegen sind nur 14% unter 10 Jahre zur Schule gegangen, während 48% über 10 Jahre lang eine Schule besucht haben. Von den Patienten der Fallgruppe haben nur 14% Abitur oder Fachhochschulreife als höchsten allgemein bildenden Schulabschluss, unter den Patienten der Kontrollgruppe sind dies mit 48% fast die Hälfte.

In der Fallgruppe ist der Anteil der Patienten, die derzeit regelmäßig rauchen mit 44% deutlich höher als unter den Patienten der Kontrollgruppe mit 22%. Außerdem sind in der Fallgruppe 9% Diabetiker gegenüber 4% in der Kontrollgruppe.

In der Fallgruppe empfindet kein einziger Patient seine eigene Zahngesundheit als sehr gut, 29% als gut, 49% als zufrieden stellend, 10% als weniger gut und weitere 10% als schlecht. In der Kontrollgruppe hingegen empfinden 16% der Patienten ihre Zahngesundheit als sehr gut, 46% als gut, 26% als zufrieden stellend und 8% als weniger gut. In der Fallgruppe geben 10% der Patienten an, ihre Zähne 3-mal täglich oder öfter zu putzen, 82% putzen ihre Zähne 2-mal täglich, 8% putzen ihre Zähne nur 1-mal täglich. In der Kontrollgruppe geben 20% der Patienten an, ihre Zähne 3-mal täglich oder öfter zu putzen, 70% putzen ihre Zähne 2-mal täglich und 10% putzen ihre Zähne nur 1-mal täglich. 37% der Patienten in der Fallgruppe geben an, keine Hilfsmittel wie Zahnseide, Zahnholzchen oder Zahnzwischenraumbürstchen zu

**Tabelle 4:** Beschreibung der Studienteilnehmer, Werte sind Median (1. Quartil; 3. Quartil) und Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung bzw. Anzahl (Anteil an der Gruppe in Prozent, bezogen auf die nichtfehlenden Beobachtungen).

	Kontrollgruppe (n=50)	Fallgruppe (n=49)	P-Wert
Alter	52,5 (48; 59) 54,2 $\pm$ 7,4	57 (48; 70) 57,2 $\pm$ 13,2	0,230
Geschlecht (♀; Referenz: ♂)	27 (54%)	30 (61%)	0,467
Versicherung (gesetzlich)	45 (90%)	48 (98%)	
Schulbildung			0,001
< 10 Jahre	7 (14%)	19 (39%)	
10 Jahre	19 (38%)	22 (45%)	
> 10 Jahre	24 (48%)	8 (16%)	
Schulabschluss			
ohne		2 (4%)	
Hauptschule	7 (14%)	16 (33%)	
Realschule	19 (38%)	22 (45%)	
Fachhochschule	6 (12%)	3 (6%)	
Abitur	18 (36%)	4 (8%)	
andere		1	
Antwort verweigert		1	
Kaukasier	50 (100%)	49 (100%)	
Rauchen			0,079
nie	14 (31%)	10 (22%)	
früher	21 (47%)	15 (33%)	
derzeit	10 (22%)	20 (44%)	
derzeitiger Nichtraucher, aber unklar, ob früher oder nie geraucht	5	4	
Diabetes mellitus			0,353
ja	2 (4%)	4 (9%)	
nein	48 (96%)	43 (91%)	
weiß nicht	0	2	
Zahngesundheit (eigene Empfindung)			
sehr gut	8 (16%)		
gut	23 (46%)	14 (29%)	
zufrieden stellend	13 (26%)	24 (49%)	
weniger gut	4 (8%)	5 (10%)	
schlecht		5 (10%)	
nicht erhebbar	1		
Antwort verweigert	1	1	
Zähne putzen			
3x täglich und öfter	10 (20%)	5 (10%)	
2x täglich	35 (70%)	40 (82%)	
1x täglich	5 (10%)	4 (8%)	

	Kontrollgruppe (n=50)	Fallgruppe (n=49)	P-Wert
Hilfsmittel Zahnreinigung			
keine	10 (20%)	18 (37%)	
ein Hilfsmittel	21 (42%)	21 (43%)	
zwei oder mehr Hilfsmittel	19 (38%)	10 (20%)	
Bevorzugte Kauseite			
nein	19 (38%)	18 (37%)	
ja, links	6 (12%)	10 (20%)	
ja, rechts	20 (40%)	16 (33%)	
weiß nicht	5	4	
Antwort verweigert		1	
Migräne	10 (20%)	8 (16%)	
Tinnitus	10 (20%)	11 (22%)	
Zähne zusammenpressen			
nie	25 (50%)	25 (51%)	
manchmal	21 (42%)	20 (41%)	
häufig	3 (6%)	1 (2%)	
weiß nicht	1		
Antwort verweigert		3	
Zähne knirschen			
nie	35 (70%)	32 (65%)	
manchmal	13 (26%)	9 (18%)	
häufig	2 (4%)	3 (6%)	
Antwort verweigert		5	
Kaugummi kauen			
nie	19 (38%)	21 (43%)	
manchmal	21 (42%)	22 (45%)	
häufig	9 (18%)	4 (8%)	
nicht erhebbar	1		
Antwort verweigert		2	
PSI (Maximalwert je Patient)	0,48 ± 0,61	1,47 ± 0,89	
Zahnarztbesuch kürzlich	8 (16%)	7 (14%)	
Kieferorthopäde kürzlich	0	0	
Arztbesuch kürzlich	8 (16%)	19 (39%)	
Funktionstherapie erfolgt	0	1 (2%)	
Unfall erlebt	0	9 (18%)	
Schmerzen:			
keine	39 (78%)	33 (67%)	
am Kopf	0	1 (2%)	
an den Schläfen	0	0	
im Ohrbereich/Kiefergelenke	1 (2%)	1 (2%)	
im Nacken	5 (10%)	10 (20%)	
an der Schulter	4 (8%)	4 (8%)	
andere Schmerzen	1 (2%)	0	

	Kontrollgruppe (n=50)	Fallgruppe (n=49)	P-Wert
Bewegungen behindert:			
Kauen	0	0	
Kieferschluss	2 (4%)	0	
Mundöffnung	1 (2%)	1 (2%)	
andere UK-Bewegung	0	1 (2%)	
Kiefergelenkgeräusche (Empfindung)	0	3 (6%)	
Kiefergelenk (Befund):			
Palpation	1 (2%)	3 (6%)	
Auskultation	10 (20%)	10 (20%)	
Muskulatur:			
Missempfindung bei Mundöffnung, Kieferschluss, Rechtslateralbewegung oder Linkslateralbewegung	3 (6%)	0	
Mundöffnung in mm:			
< 25	0	0	
25 – 54	48 (96%)	45 (92%)	
> 54	2 (4%)	3 (6%)	
nicht erhebbar		1	
Protrusion in mm:			
8	16 (32%)	6(12%)	
9	22 (44%)	27 (55%)	
10	12 (24%)	15 (31%)	
nicht erhebbar		1	
Retrusion in mm:			
0	16 (32%)	11 (22%)	
1	33 (66%)	32 (65%)	
2	1 (2%)	4 (8%)	
nicht erhebbar		2	
Ablauf der Öffnungsbewegung:			
geradlinig	50 (100%)	30 (61%)	
Abweichung ≥ 2 mm		3 (6%)	
nicht erhebbar		16	
Endgefühl:			
normal	49 (98%)	46 (94%)	
weich	1 (2%)	2 (4%)	
nicht erhebbar		1	
Abrasion	23 (46%)	38 (78%)	
Keilförmige Defekte	7 (14%)	13 (27%)	
Zungenimpressionen	0	1 (2%)	
Wangenimpressionen	0	0	

verwenden, 43% benutzen regelmäßig ein Hilfsmittel, 20% benutzen zwei oder mehr Hilfsmittel. In der Kontrollgruppe geben nur 20% der Patienten an, keine Hilfsmittel zur Zahnreinigung zu verwenden, 42% benutzen regelmäßig ein Hilfsmittel, 38% benutzen zwei oder mehr Hilfsmittel. Die Frage, ob eine Seite beim Kauen bevorzugt wird, bejahen in beiden Gruppen etwas mehr als die Hälfte der Patienten (53% in der Fallgruppe und 52% in der Kontrollgruppe). Unter Migräne leiden unter den Patienten der Fallgruppe 16%, in der Kontrollgruppe sind es 20%. Ohrensausen oder Ohrgeräusche zu haben, geben in der Fallgruppe 22% an, in der Kontrollgruppe sind es 20%. Nach ihren Angewohnheiten befragt, geben 43% der Patienten in der Fallgruppe an, die Zähne zusammenzupressen, in der Kontrollgruppe sind es 48%. 24% der Patienten in der Fallgruppe knirschen mit den Zähnen, von den Patienten der Kontrollgruppe tun dies 30%. 53% der Patienten in der Fallgruppe kauen manchmal oder häufig Kaugummi, in der Kontrollgruppe machen diese Angabe 60%.

Bei der Erhebung des PSI ergab sich in der Fallgruppe als Mittelwert der maximal gemessenen Taschentiefe je Patient ein Wert von  $1,47 \pm 0,89$ . In der Kontrollgruppe ergab die Messung im Mittel einen PSI von  $0,48 \pm 0,61$ . Ein Vergleich der beiden Stichproben mittels t-Test ergibt einen signifikanten Unterschied. Das heißt, die Parodontalgesundheit der Patienten in der Fallgruppe ist signifikant schlechter als die Parodontalgesundheit der Patienten in der Kontrollgruppe. Innerhalb der Fallgruppe ergab die statistische Auswertung keinen Zusammenhang zwischen der Parodontalgesundheit und dem Ausmaß der Elongation.

Von den Patienten der Fallgruppe geben 14% an, in letzter Zeit einen Zahnarzt, 39% einen Arzt besucht zu haben. In der Kontrollgruppe waren sowohl 16% in letzter Zeit beim Zahnarzt sowie auch 16% beim Arzt. 2% der Patienten in der Fallgruppe geben an, dass bereits eine Funktionstherapie erfolgt ist, 18% haben in der Vergangenheit einen Unfall erlebt. Alle Patienten der Kontrollgruppe verneinen diese beiden Fragen.

Auf die Frage nach Schmerzen, Beschwerden oder Verspannungen geben in der Fallgruppe 2% der Patienten an, Schmerzen am Kopf zu haben, 2% haben Schmerzen im Ohrbereich oder an den Kiefergelenken, 20% haben Nackenschmerzen und 8% haben Schmerzen an der Schulter. In der Kontrollgruppe geben 2% der Patienten an, Schmerzen im Ohrbereich oder an den Kiefergelenken zu haben, 10% haben Nackenschmerzen, 8% haben Schmerzen an der Schulter und 2% haben Schmerzen an

anderen Körperteilen. In der Fallgruppe verneinen 78% der Patienten die Frage nach Schmerzen, Beschwerden oder Verspannungen, in der Kontrollgruppe verneinen 67% diese Frage.

Die Frage, ob Kieferbewegungen wie Kauen, Kieferschluss, Mundöffnung oder andere Unterkieferbewegungen behindert sind, bejahen von den Patienten der Fallgruppe 4%, von den Patienten der Kontrollgruppe 6%. 6% der Patienten der Fallgruppe geben an, unter Kiefergelenkgeräuschen zu leiden. Der Kiefergelenksbefund ergab bei 6% der Patienten der Fallgruppe und bei 2% der Patienten der Kontrollgruppe eine Palpation, sowie in beiden Gruppen bei 20% der Patienten eine Auskultation. In der Kontrollgruppe geben 6% der Patienten eine Missempfindung bei Mundöffnung, Kieferschluss, Rechts- oder Linkslateralbewegung an, alle Patienten der Fallgruppe verneinen diese Frage.

Die Untersuchung der Mobilität des Unterkiefers ergab tendenziell bei den Patienten der Fallgruppe weitere Mundöffnung, sowie eine stärker ausgeprägte Protrusion und eine weniger stark ausgeprägte Retrusion. Im Einzelnen war die Mundöffnung in beiden Gruppen bei keinem Patienten kleiner als 25 mm. In der Fallgruppe war die Mundöffnung bei 92% der Patienten zwischen 25 und 54 mm sowie bei 6% größer als 54 mm. In der Kontrollgruppe war die Mundöffnung bei 96% der Patienten zwischen 25 und 54 mm sowie bei 4% größer als 54 mm. Die Messung der Protrusion ergab in der Fallgruppe bei 12% einen Wert von 8 mm, bei 55% einen Wert von 9 mm und bei 31% einen Wert von 10 mm. In der Kontrollgruppe ergab die Messung bei 32% einen Wert von 8 mm, bei 44% einen Wert von 9 mm und bei 24% einen Wert von 10 mm. In der Fallgruppe ergab sich bei 22% der Patienten keine Retrusion, bei 65% eine Retrusion von 1 mm und bei 8% eine Retrusion von 2 mm. In der Kontrollgruppe ergab sich bei 32% der Patienten keine Retrusion, bei 66% eine Retrusion von 1 mm und bei 2% eine Retrusion von 2 mm. Der Ablauf der Öffnungsbewegung zeigte in der Fallgruppe bei 6% der Patienten eine Abweichung von 2 mm oder mehr. In der Kontrollgruppe war der Ablauf der Öffnungsbewegung bei allen Patienten geradlinig. Das Endgefühl war in der Fallgruppe bei 94% der Patienten normal, bei 4% weich, in der Kontrollgruppe bei 98% normal und bei 2% weich.

78% der Patienten in der Fallgruppe zeigten Abrasionen, bei den Patienten der Kontrollgruppe waren dies 46%. In der Fallgruppe wurden bei 27% der Patienten

keilförmige Defekte festgestellt, unter den Patienten der Kontrollgruppe waren es 14%. 2% der Patienten der Fallgruppe zeigten zudem Zungenimpressionen. Wangenimpressionen konnten bei keinem Patienten festgestellt werden.

**Tabelle 5:** Beschreibung der Studienteilnehmer in Bezug auf die primären und sekundären Zielvariablen, Werte sind Median (1. Quartil; 3. Quartil) und Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung bzw. Anzahl (Anteil an der Gruppe in Prozent, bezogen auf die nichtfehlenden Beobachtungen).

	Kontrollgruppe (n=50)	Fallgruppe (n=49)
<b>Primäre Zielvariable:</b>		
<b>Schmerzen und Funktionsstörungen</b>		
Anzahl an Komponenten:		
0	17 (34%)	6 (12%)
1	25 (50%)	25 (51%)
2	3 (6%)	14 (29%)
3	5 (10%)	4 (8%)
4	0 (0%)	0 (0%)
5	0 (0%)	0 (0%)
Score	1 (0; 1)	1 (1; 2)
	0,9 $\pm$ 0,9	1,3 $\pm$ 0,8
<b>Sekundäre Zielvariablen:</b>		
<b>OHIP</b>		
	2 (0; 6)	4 (1; 8)
	4,6 $\pm$ 6,1	5,6 $\pm$ 6,1
Fehlende Angaben	1	0
<b>Elongation, mm</b>		
0	50 (100%)	9 (18%)
1	0	11 (22%)
2	0	14 (29%)
3	0	10 (20%)
4	0	5 (10%)
Score	0 (0; 0)	2 (1; 3)
	0 $\pm$ 0	1,8 $\pm$ 1,3

Die primäre Zielvariable Schmerzen und Funktionsstörungen ist eine zusammengefasste Variable aus den Einzelvariablen Schmerzen, Auskultation, Missempfindung an der Muskulatur, Bewegungsstörung/Mundöffnung und Hyperaktivität, siehe Material und Methode 3.3.7. Bei 12% der Patienten der Fallgruppe und bei 34% der Patienten der Kontrollgruppe wurde in keiner der Komponenten der Score auf 1 gesetzt, d.h. diese Patienten hatten keine der abgefragten Beschwerden und Befunde. In der Fallgruppe ergab sich bei 51% der

Patienten ein Gesamtscore von 1, bei 29% ein Gesamtscore von 2 und bei 8% ein Score von 3. In der Kontrollgruppe ergab sich bei 50% der Patienten ein Gesamtscore von 1, bei 6% ein Gesamtscore von 2 und bei 10% ein Score von 3. Die Patienten der Fallgruppe haben mit einem durchschnittlichen Score von 1,3 mehr Schmerzen und Funktionsstörungen als die Patienten der Kontrollgruppe mit einem durchschnittlichen Score von 0,9.

Bezüglich der sekundären Zielvariablen OHIP ergab sich in der Fallgruppe mit 5,6 im Mittelwert ein höherer Summenwert als in der Kontrollgruppe mit 4,6. Der höhere Summenwert entspricht einer schlechteren MLQ unter den Patienten der Fallgruppe.

Bezüglich der sekundären Zielvariablen Elongation zeigte sich in der Fallgruppe bei 18% der Zähne keine Elongation, bei 22% eine leichte Elongation von weniger als 2 mm und bei 59% eine stark ausgeprägte Elongation von 2 mm oder mehr.

Zusammenfassend lässt sich also die Tendenz erkennen, dass in der Fallgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe ältere und mehr weibliche Patienten sind, die eine schlechtere Schulbildung haben, außerdem mehr Raucher und Diabetiker. Die Patienten der Fallgruppe empfinden ihre eigene Zahngesundheit als schlechter, verwenden tendenziell weniger Zeit und Hilfsmittel für die Zahnhygiene, haben eine schlechtere Parodontalgesundheit, haben in der Vergangenheit häufiger einen Arzt besucht, eine Funktionstherapie erhalten oder einen Unfall erlebt. Die Patienten der Fallgruppe leiden tendenziell häufiger an Schmerzen und Funktionsstörungen und beschreiben eine schlechtere MLQ. Die antagonistischen Molaren und Prämolaren der Patienten der Fallgruppe zeigen überwiegend eine Elongation, deren Ausmaß vergleichbar mit den oben beschriebenen Werten anderer Autoren ist (*Kiliardis et al. 2000, Craddock und Youngson 2004, Craddock et al. 2007, Lindskog-Stokland et al. 2012*).

## **4.2 Multiple Imputation**

12 der 99 Patienten wiesen insgesamt einen fehlenden Wert auf: 9 beim Raucherstatus, 2 beim Diabetes mellitus und 1 beim OHIP. Bei zufälligem Auftreten fehlender Werte wäre eine Beschränkung auf die Patienten mit vollständigem

Datensatz sinnvoll. Hier wird jedoch eine Abhängigkeit der fehlenden Werte von anderen Variablen angenommen. So können etwa fehlende Werte beim Rauchen von

```

> a$imputed
$Gruppe
NULL

$ALTER
NULL

$Geschlecht
NULL

$Education
NULL

$Diabetes
[,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6] [,7] [,8] [,9] [,10] [,11] [,12] [,13]
72   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2
84   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2

$DerzeitigerRaucher
NULL

$Neversmoker
[,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6] [,7] [,8] [,9] [,10] [,11] [,12] [,13]
13   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   2   2   2
26   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   2   2   2
32   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2
35   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2
36   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2
79   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   2   2   2
88   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   2   2   2
89   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   2   2   2
93   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   2   2   2

$Exsmoker
[,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6] [,7] [,8] [,9] [,10] [,11] [,12] [,13]
13   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   1   1   1
26   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   1   1   1
32   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1
35   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1
36   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1
79   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   1   1   1
88   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   1   1   1
89   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   1   1   1
93   2   2   2   2   2   2   2   2   2   2   1   1   1

$OHIP_SumScore
[,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6] [,7] [,8] [,9] [,10] [,11] [,12] [,13]
7    1    5   27    2    5    3    5    2    9    2    9    0   13

$FiveComponents
NULL

```

**Abbildung 4:** Ergebnisse der multiplen Imputation (1 = ja, 2 = nein bei Diabetes und Rauchen)

der Schulbildung, bzw. der Interpretation der Frage zum Rauchen, abhängen. In diesem Fall ist es sinnvoller mittels der multiplen Imputation die fehlenden Werte zu modellieren. Eine Beschränkung auf die Patienten mit vollständigem Datensatz wäre sogar ineffizient und könnte zu einer Falschaussage der Statistik führen (*Harrell 2015*). Daher wurden, dem aufgerundeten Anteil von 12/99 entsprechend, 13 Imputationen mit der Prozedur `aregImpute` durchgeführt, wobei die konditionale Abhängigkeit vom Status des derzeitigen Rauchens mittels predictive mean matching modelliert wurde (*Harrell 2015*). Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse.

Multiple Imputation ist in den letzten Jahren eine gängige Methode geworden, mit fehlenden Werten besser umgehen zu können. Die Ungewissheit bei Ersetzung fehlender Werte wird durch multiple Imputation wesentlich besser modelliert als bei einer einfachen Imputation, durch z.B. den häufigsten Wert. Wenn der Patient gegenwärtig nicht raucht, aber eine fehlende Angabe zum früheren Rauchen vorliegt, kann nicht darauf geschlossen werden, der Patient habe niemals geraucht. Er kann z.B. in seinem Leben insgesamt zehn Zigaretten geraucht haben, was zu Irritationen bei der Beantwortung der Frage „Wenn nein, haben Sie jemals Zigaretten geraucht?“ geführt haben könnte. Es kann aber durchaus sinnvoll sein, einen solchen Patienten als „never smoker“ zu betrachten.

Die Ersetzung des OHIP ist mit großen Unsicherheiten verbunden. Es wird empfohlen, für die multiple Imputation der Confounder die vorhandenen und die nicht vorhandenen Daten der Endpunkte einzubeziehen, sich aber für die Analyse auf die vorhandenen Daten des Endpunktes zu beschränken (*von Hippel 2007*). So kann nach multipler Imputation der Confounder bei dem primären Endpunkt Schmerzen und Funktionsstörungen mit  $n=99$  gerechnet werden, bei dem sekundären Endpunkt OHIP bleibt es bei  $n=98$ .

Der zweite sekundäre Endpunkt Elongation wurde nur in der Fallgruppe gemessen. In der Kontrollgruppe wurde aufgrund inhaltlicher Überlegungen stets der Wert Null angenommen. Daher wurde für die multiple Imputation der Confounder nicht auf die Elongation zugegriffen.

### 4.3 Primärer Endpunkt: Schmerzen und Funktionsstörungen

Der statistische Einfluss von Confoundern im Modell gilt als relevant, wenn ein Ergebnis zu mehr als 10% Änderung im Schätzer führt. Der Confounder Rauchen beträgt etwa 40% und ist somit sehr ausgeprägt, ausgehend von der Odds Ratio=2,08 für das zuvor festgelegte Endmodell ergibt sich für etwa 40% =  $2,08 + 0,4 * 2,08 \approx 2,9$ .

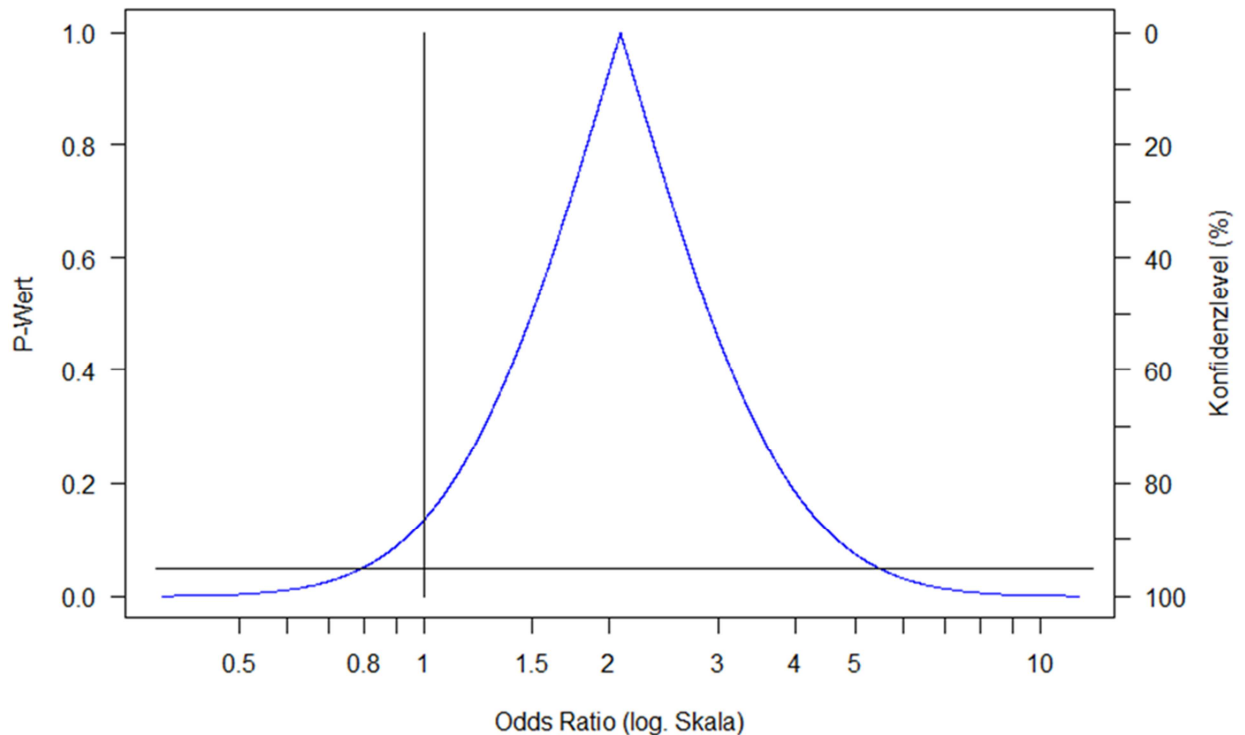
**Tabelle 6.** Effekt der antagonistischen Situation im Vergleich zur Vollbezahnung (Referenzgruppe, gewählt im Hinblick auf die leichtere Interpretation einer Odds Ratio >1) für den primären Endpunkt Schmerzen und Funktionsstörungen im ordinalen logistischen Modell (n=99).

Sukzessive Adjustierung nach ...	Ordinales logistisches Modell
	Odds Ratio (95%-Konfidenzintervall)
Ohne Adjustierung	3,01 (1,37 – 6,63)
Alter	2,97 (1,21 – 7,24)
Geschlecht	2,96 (1,21 – 7,22)
Schulbildung	2,92 (1,14 – 7,43)
Rauchen	2,08 (0,79 – 5,47)
Diabetes mellitus (Endmodell)	2,08 (0,79 – 5,46)

Tabelle 6 zeigt den Effekt der antagonistischen Situation im Vergleich zur Vollbezahnung anhand der Odds Ratio. Aufgrund der Adjustierung nach Alter, Geschlecht und Schulbildung könnte man von einem statistisch signifikantem Unterschied zwischen den beiden Gruppen ausgehen (P = 0,0249). Das zuvor festgelegte Endmodell mit der Adjustierung nach Alter, Geschlecht, Schulbildung, Rauchen und Diabetes mellitus ist einerseits mit einer Odds Ratio von 5,5 zugunsten der Kontrollgruppe und andererseits mit einer Odds Ratio von 0,8 zugunsten der Fallgruppe kompatibel. Mit dem P-Wert von 0,1358 > 0,05 liegt somit ein unsicherer Status vor (Greenland et al. 2016, Wasserstein 2016).

Es sei hier angemerkt, dass der Unterschied zwischen statistisch signifikant und nicht signifikant selbst nicht signifikant ist (Gelman und Stern 2006, Greenland et al. 2016, Wasserstein 2016). Da man unter Annahme der Nullhypothese arbeitet, kann man diese allenfalls ablehnen, nicht aber bestätigen (Christensen 2005). Eine oftmals

erwähnte Alternativhypothese gibt es bei der konventionellen Analyse nach Fisher nicht, die gibt es lediglich bei der Planung der Studie bzw. der Berechnung des notwendigen Stichprobenumfanges nach Neyman-Pearson (Lehman 2011, Spiegelhalter et al. 2000). Die Theorien von Fisher und Neyman-Pearson ergänzen einander nicht (Greenland 2012).



**Abbildung 5:** P-Werte-Funktion.

Abbildung 5 zeigt die P-Werte-Funktion. Diese ermöglicht die Darstellung des Punktschätzers von 2,08 für die Odds Ratio im Endmodell mit verschiedenen Konfidenzintervallen, die auf der rechten y-Achse zu sehen sind. Analog zu der Interpretation einer ähnlichen Kurve von Rothman et al. (2008) kann auch hier resümiert werden, dass die Daten eher eine moderate Assoziation als keine Assoziation aufweisen, was darauf schließen lässt, dass das statistische Modell korrekt ist.

#### 4.4 Sekundärer Endpunkt: OHIP

Wie schon bei dem primären Endpunkt Schmerzen und Funktionsstörungen weist der Raucherstatus auch bei dem sekundären Endpunkt OHIP den größten Einfluss unter den Confoundern auf (Tab. 7). Das zuvor festgelegte Endmodell ist einerseits mit einer Odds Ratio von 2,5 zugunsten der Kontrollgruppe und andererseits mit einer Odds Ratio von 0,4 zugunsten der Fallgruppe kompatibel. Es liegt ein unsicherer Status vor ( $P = 0,9691$ ).

**Tabelle 7:** Effekt der antagonistischen Situation im Vergleich zur Vollbezahlung (Referenzgruppe, gewählt im Hinblick auf die leichtere Interpretation einer Odds Ratio  $>1$ ) für den sekundären Endpunkt OHIP im ordinalen logistischen Modell ( $n=98$ ).

Sukzessive Adjustierung nach ...	Ordinales logistisches Modell
	Odds Ratio (95%-Konfidenzintervall)
Ohne Adjustierung	1,62 (0,80 – 3,27)
Alter	1,47 (0,65 – 3,32)
Geschlecht	1,40 (0,62 – 3,19)
Schulbildung	1,45 (0,61 – 3,42)
Rauchen	1,03 (0,41 – 2,55)
Diabetes mellitus (Endmodell)	1,02 (0,41 – 2,53)

#### 4.5 Sekundärer Endpunkt: Elongation

Der Wilcoxon-Mann-Whitney-Rangtest ergab einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Kontrollgruppe und Fallgruppe ( $p < 0,0001$  bzw.  $0,000.000.000.000.002.598$  für die Auswertung mit R). Da für alle Patienten der Kontrollgruppe eine Elongation = 0 angenommen wurde, ergaben sich für die ordinale logistische Regression numerische Probleme, die wie oben beschrieben durch Simulation gelöst wurden. Erwartungsgemäß beschränkte sich der Einfluss der Confounder auf die Ausweitung des 95%-Simulationsintervalls (Tab. 8).

**Tabelle 8.** Effekt der antagonistischen Situation im Vergleich zur Vollbezahlung (Referenzgruppe, gewählt im Hinblick auf die leichtere Interpretation einer Odds Ratio >1) für den sekundären Endpunkt Elongation im ordinalen logistischen Modell (n=99). \*VB für Vertrauensbereich bzw. Konfidenzintervall; bei den Simulationen steht VB für das 95%-Simulationsintervall.

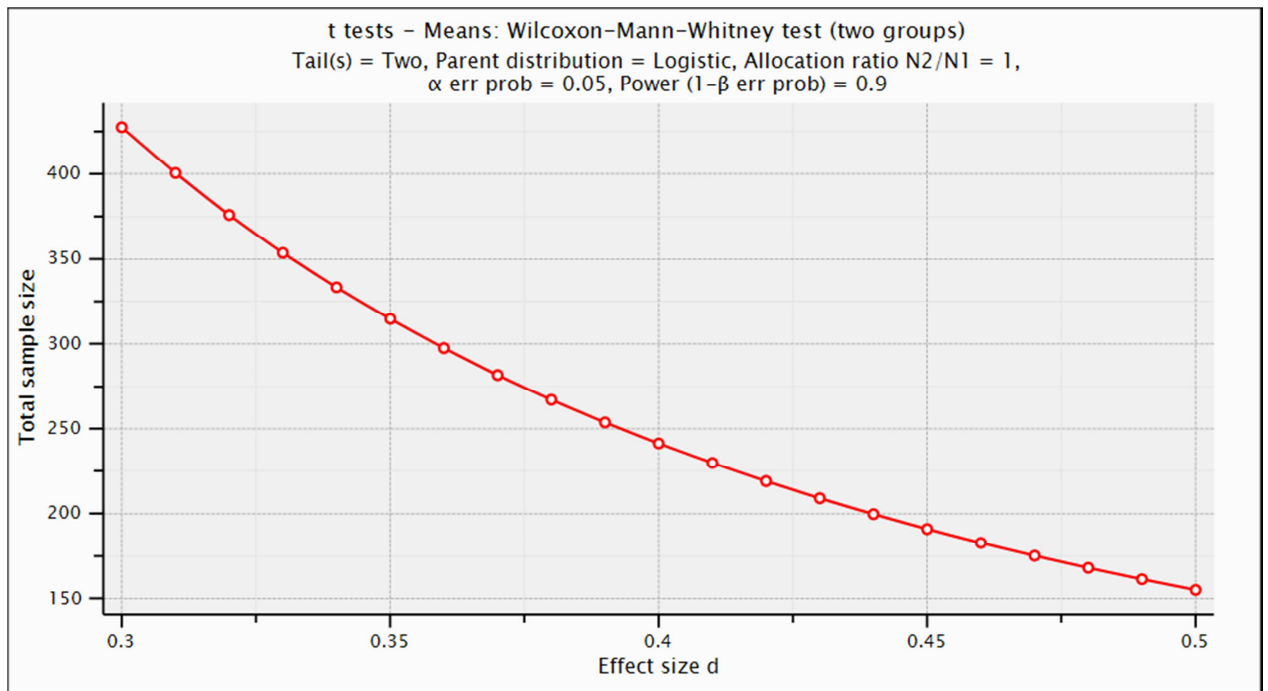
Sukzessive Adjustierung nach	Software	Ordinale logistische Regression			Wilcoxon-Mann-Whitney-Rangtest		
		Simulation	Odds Ratio (95%-VB)*	P-Wert	W	Z	P-Wert
Ohne Adjustierung	Stata	nein	282.000.000 (0 – +∞)	0,986		7.909	1,297e-15
Ohne Adjustierung	R	nein	126.580 (0 – 2,6364e+25)	0,667	225		2,598e-15
Ohne Adjustierung	R	ja	39,3 (26,8 – 71,7)	<0,0001			
Alter	R	ja	39,4 (25,8 – 73,9)	<0,0001			
Geschlecht	R	ja	40,1 (26,3 – 75,9)	<0,0001			
Diabetes mellitus (Endmodell)	R	ja	40,7 (26,5 – 77,5)	<0,0001			

#### 4.6 Benötigter Stichprobenumfang

Der Stichprobenumfang einer Studie muss groß genug sein, um statistisch signifikante Ergebnisse, und damit relevante Effekte, zeigen zu können. Im Rahmen dieser Arbeit wurden zwei Abschätzungen des benötigten Stichprobenumfanges vorgenommen.

Die erste Abschätzung geht von der ordinalen logistischen Regression, der beobachteten Verteilung des primären Endpunktes (Anteile von 0,2; 0,5; 0,2; 0,1 für die Werte 0; 1; 2; 3) und der Odds Ratio von 2,1 für das Endmodell des primären Endpunktes aus und wurde mit den R-Prozeduren `popower`, `posamsize` und `pomodm` durchgeführt (Harrell 2015). Die Odds Ratio von 2,1 entspricht einem Unterschied von 0,35 zwischen den Gruppen bzw. Mittelwerten der Gruppen von 1,12 versus 1,47. Bei einer Power von 90% und einem  $\alpha$ -Level von 0,05 werden insgesamt 270 Probanden benötigt.

Die zweite Abschätzung wurde mit G\*Power vorgenommen (Faul et al. 2007). Sie geht



**Abbildung 6:** Der benötigte Stichprobenumfang (total sample size) in Abhängigkeit von der Effektgröße (effect size).

von Mittelwerten, Standardabweichungen und dem Wilcoxon-Mann-Whitney-Test mit angenommener logistischer Verteilung sowie ebenfalls einer Power von 90% aus (zweiseitiges  $\alpha=0,05$ ). Es wurde konkret ein Unterschied von 0,35 zwischen den Gruppen und eine Standardabweichung von 0,9 angenommen, woraus sich eine Effektgröße von 0,39 ergab, so dass insgesamt 256 Probanden benötigt werden. Abbildung 6 zeigt den benötigten Stichprobenumfang in Abhängigkeit von der Effektgröße, wobei die Effektgröße auch Tabelle 9 zu entnehmen ist.

**Tabelle 9:** Effektgröße.

Unterschied zwischen den Gruppen	0,40	0,40	0,40	0,35	0,35	0,35	0,30	0,30	0,30
Standardabweichung	0,8	0,9	1,0	0,8	0,9	1,0	0,8	0,9	1,0
Effektgröße	0,50	0,44	0,40	0,44	0,39	0,35	0,38	0,33	0,30
Odds Ratio	2,3			2,1			1,9		

Die Grafik veranschaulicht angesichts des weiten Konfidenzintervalls für die Odds Ratio im Endmodell des primären Endpunktes (0,8 – 5,5) die starke Abhängigkeit des Stichprobenumfanges von den Annahmen. Für den Stichprobenumfang sind ferner Drop-outs und fehlende Werte zu berücksichtigen. Geht man z.B. von 270 Probanden im Endmodell, einem Drop-out von 1% und fehlenden Werten beim kritischen Confounder Rauchen von 9%, insgesamt also 10% an auszuschließenden Probanden aus, so sind 300 Probanden zu rekrutieren ( $300 - 30 = 270$ ).

# 5 Diskussion

## 5.1 Elongation von antagonistischen Molaren und Prämolaren und Parodontalgesundheit

Die Elongation wurde nur bei den Probanden der Fallgruppe bestimmt. Es zeigte sich bei 18% der antagonistischen Zähne keine Elongation, bei 22% eine leichte Elongation von weniger als 2 mm und bei 59% eine stark ausgeprägte Elongation von 2 mm oder mehr. Andere Autoren (*Kiliardis et al. 2000, Craddock und Youngson 2004, Craddock et al. 2007, Lindskog-Stokland et al. 2012*) beschreiben ebenfalls, dass bei etwa 20% der Probanden keine Elongation der antagonistischen Zähne festzustellen ist. Unter den anderen 80% der Probanden wurden in allen vorliegenden Studien zwei Gruppen gebildet, in denen zum einen eine leichte Elongation von weniger als 2 mm zu messen war, und zum anderen eine stark ausgeprägte Elongation von 2 mm oder mehr vorlag. *Kiliardis et al. (2000), Craddock und Youngson (2004), Craddock et al. (2007)* sowie *Lindskog-Stokland et al. (2012)* beschreiben jeweils bei über 50% der Probanden eine leichte Elongation, während in der vorliegenden Arbeit nur 22% dieser Gruppe zugeordnet werden konnten. Ein Grund hierfür könnte der Zeitpunkt des Zahnverlustes sein, der weder in der vorliegenden noch in den zitierten Arbeiten erfasst werden konnte. Ein Zahn, der schon längere Zeit ohne Antagonisten war, könnte eine stärkere Elongation zeigen als bei kürzeren Induktionsperioden. Für zukünftige Studien ist es zu empfehlen, diesen Parameter mit zu erfassen.

*Compagnon und Woda (1991)* untersuchten, wie bereits oben beschrieben, ob antagonistische Zähne mit der Zeit elongieren und verglichen dabei gesunde Patienten mit an Parodontitis erkrankten. Bei den Patienten mit entzündetem Parodont war die Elongation der antagonistischen Molaren deutlicher ausgeprägt als bei den gesunden Patienten. Auch im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde die Parodontalgesundheit anhand des PSI untersucht. Die Patienten der Fallgruppe hatten

mit einem durchschnittlichen PSI, gemessen als maximale Taschentiefe je Patient, von 1,47 eine schlechtere Parodontalgesundheit als die Patienten der Kontrollgruppe mit einem durchschnittlichen PSI von 0,48. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist signifikant. Allerdings wurde kein statistischer Zusammenhang zwischen der Parodontalgesundheit und dem Ausmaß der Elongation innerhalb der Fallgruppe gefunden. Somit konnten die Ergebnisse von *Compagnon und Woda* allerdings nicht bestätigt werden.

## **5.2 Besteht ein Unterschied zwischen Fall- und Kontrollgruppe hinsichtlich subjektiver Symptome wie Schmerzen und Funktionsstörungen?**

Hinsichtlich subjektiver Symptome wie Schmerzen und Funktionsstörungen lassen die Ergebnisse einen Zusammenhang vermuten. Die Odds Ratio zwischen Fall- und Kontrollgruppe ist erhöht und weist auf mehr Schmerzen und Funktionsstörungen in der Fallgruppe hin. Auch nach Adjustierung der Confounder Rauchen, Alter und Geschlecht bleibt der Wert erhöht. Allerdings ist der Unterschied nach der Adjustierung nicht statistisch signifikant und somit der Nachweis nicht statistisch gesichert.

*Tallents et al.* (2002) beschreiben anhand einer Untersuchung an 345 Patienten einen Zusammenhang von fehlenden Prämolaren und Molaren mit einer Verlagerung des Diskus im Kiefergelenk als Risikofaktor für die Entwicklung einer CMD. *Craddock* (2008) untersuchte an 200 Patienten das Ausmaß von okklusalen Störkontakten elongierter antagonistischer Molaren und Prämolaren mit anderen Zähnen im Gegenbiss als Ursache für die Entwicklung einer CMD. Sie stellt dabei fest, dass elongierte antagonistische Zähne deutlich häufiger in okklusale Störkontakte verwickelt sind als nicht elongierte Zähne in einer Kontrollgruppe. In beiden Studien wurden subjektive Symptome wie Schmerzen und Funktionsstörungen nicht erhoben, so dass ein Vergleich für diese Parameter mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie nicht gezogen werden kann.

Auf der anderen Seite konnten *de Boever et al.* (1983) anhand einer Studie an 135 Patienten, die unter CMD leiden, keinen Zusammenhang zwischen der Anzahl an okkludierenden Molarenpaaren und der Schwere der Symptome bzw. einer Verschlimmerung der Beschwerden finden. Auch *Witter et al.* (1994 und 2007) haben in zwei großen Studien 132 Patienten mit verkürzten Zahnreihen, d.h. mit fehlenden Molaren und/oder Prämolaren, hinsichtlich der Prävalenz einer CMD untersucht. Die Patienten wurden dabei in Gruppen mit 3, 4 oder 5 Zahnpaaren aus Prämolaren und Molaren eingeteilt, jeweils bestehend aus Agonist und Antagonist. Antagonistenlose Prämolare und Molare wurden nicht mitgezählt. Als Parameter dienten Schmerzen, Kaugeräusche und eine eingeschränkte Mobilität des Unterkiefers, die anhand eines Fragebogens erhoben wurden. Zwischen der Fallgruppe mit verkürzten Zahnreihen und der Kontrollgruppe mit vollständigen Zahnreihen konnte die Nullhypothese nicht abgelehnt werden.

Es ist auffällig, dass in den beiden Studien, in denen ein Zusammenhang zwischen fehlenden Molaren und Prämolaren und den klinischen Folgen beschrieben wird, der Stichprobenumfang deutlich größer war als in den Studien, in denen Unterschiede nicht aufgezeigt werden konnten. Die Vermutung liegt nahe, dass der Stichprobenumfang bei *de Boever et al.* (1983) und *Witter et al.* (1994 und 2007) möglicherweise für diese Fragestellung zu gering bemessen war. Eine Powerübersicht wurde dort nicht gegeben.

Auf der anderen Seite haben weder *Tallents et al.* (2002) noch *Craddock* (2008) ihre Probanden nach subjektiven Symptomen wie Schmerzen und Funktionsstörungen befragt. Die Ergebnisse beruhen allein auf den objektiv ermittelten Symptomen. In der vorliegenden Arbeit wurden sowohl die Elongation der betroffenen Zähne sowie subjektive Symptome erfasst. Bemerkenswert ist, dass bei den Patienten, die unter Schmerzen und Funktionsstörungen leiden, ausnahmslos eine Elongation der antagonistischen Zähne festgestellt wurde. Aufgrund des zu geringen Stichprobenumfangs konnte dieser Zusammenhang nicht statistisch signifikant belegt werden. Die Ergebnisse zeigen jedoch eine Tendenz, die als moderate Assoziation nachgewiesen werden kann.

So können die vorliegenden Ergebnisse dieser Studie nun für die Powerkalkulation von weiteren Studien in diesem Themenbereich genutzt werden. Aufgrund dieser Arbeit wird für ein vergleichbares Studiendesign eine Stichprobengröße von mindestens 300 Probanden sowohl für die Fall- als auch für die Kontrollgruppe vorgeschlagen. Wie bereits oben beschrieben, wird dieser Stichprobenumfang allerdings nur durch einen multizentrischen Ansatz zu erzielen sein, in dem der Frage der Strukturgleichheit über die gesamte Stichprobe hinweg besondere Aufmerksamkeit gezollt werden muss.

### **5.3 Besteht ein Unterschied zwischen Fall- und Kontrollgruppe hinsichtlich der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (OHIP)?**

Wie bei der Untersuchung der subjektiven Symptome besteht in der Tendenz ein Unterscheid zwischen den Gruppen in Bezug auf die mundbezogene Lebensqualität. Auch nach Adjustierung ist die MLQ (OHIP) erhöht, d.h. die Chance einer schlechteren MLQ ist in der Fallgruppe höher. Aber der Unterschied ist statistisch nicht signifikant.

*Baba et al.* (2008) untersuchten, ob eine Verkürzung der Zahnreihe die Lebensqualität der betroffenen Patienten (n=115) beeinträchtigt. Der Einfluss auf die Lebensqualität wurde anhand der japanischen Version des OHIP ermittelt. Die Ergebnisse zeigen durch eine Verkürzung der Zahnreihe eine signifikante Beeinträchtigung der Lebensqualität der untersuchten Patienten. *Gerritsen et al.* (2017) berichten gegenteilige Ergebnisse. Sie untersuchten in einer Langzeitstudie an insgesamt 21 Probanden die Beeinträchtigung der Lebensqualität von Patienten mit verkürzten Zahnreihen und Patienten mit vollständigen Zahnreihen anhand der niederländischen Version des OHIP. Sie stellten keinen signifikanten Unterscheid zwischen den beiden Gruppen fest. *Reissmann et al.* (2019) fanden bei einer ähnlichen Studie mit 150 Probanden über einen Zeitraum von 10 Jahren vergleichbare Ergebnisse. Es konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden zwischen Probanden mit unversorgten verkürzten Zahnreihen und Probanden, deren Zahnlücken mit herausnehmbarem Zahnersatz versorgt worden waren. Zu vergleichbaren Ergebnissen

kommt auch eine große systematic review Studie (*Fueki und Baba 2017*). Auch hier wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen gefunden.

Mehrheitlich kommen die in der Literatur verfügbaren Studien zu dem gleichen Ergebnis: Patienten mit verkürzten Zahnreihen und Patienten mit versorgten Zahnlücken haben eine vergleichbare MLQ.

In den beschriebenen Studien wurden jedoch weder objektive Symptome, also klinische Parameter, erfasst noch außerhalb des OHIP Fragebogens subjektive Symptome wie Schmerzen und Funktionsstörungen ermittelt. Die Stärke der vorliegenden Arbeit ist, dass alle Parameter in einer Studie vereint sind: es wurden sowohl die Elongation der antagonistischen Zähne gemessen, also auch subjektive Symptome sowie die MLQ über OHIP erfasst. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass alle Parameter miteinander zusammenhängen: die Elongation der antagonistischen Zähne kann Schmerzen und Funktionsstörungen hervorrufen, die wiederum zu einer Einschränkung der MLQ führen. So erklärt sich auch, dass offensichtlich eine große Zahl an Patienten mit verkürzten Zahnreihen lebt, ohne dabei Einbußen hinsichtlich der MLQ hinnehmen zu müssen (*Fueki und Baba 2017, Gerritsen et al. 2017, Reissmann et al. 2019*). Diese Patienten haben keine Schmerzen und Funktionsstörungen, und ihre antagonistischen Molaren und Prämolaren zeigen möglicherweise auch keine Elongation. Für diese Patientengruppe ist das Leben mit der verkürzten Zahnreihe eine gute langfristige Option.

Um die beschriebenen Zusammenhänge statistisch signifikant belegen zu können, müsste der Stichprobenumfang der Untersuchung weiter erhöht werden. Dies war aufgrund der Stichprobenziehung als Gesamtausschöpfung des Patientenkontingents einer Zahnarztpraxis naturgemäß nicht möglich. Eine Ausweitung in mehrere Praxen stößt wegen der zu erwartenden Strukturunterschieden zwischen den Zentren an andere methodische Grenzen.

## **5.4 Sind die Ergebnisse abhängig von gesellschaftlich-sozialen Parametern wie Geschlecht, Alter und Schulbildung?**

Tendenziell waren in der Fallgruppe, also in der Gruppe mit fehlenden Molaren und Prämolaren, im Vergleich zur Kontrollgruppe mehr weibliche und ältere Patienten, die eine schlechtere Schulbildung hatten. Diese Tendenzen decken sich mit den Ergebnissen der großen deutschen Gesundheitsstudien: Frauen haben ein höheres Kariesrisiko als Männer, die Anfälligkeit für Parodontitis steigt mit dem Alter, und Kinder und Jugendliche aus sozial schwachen Familien haben eine schlechtere Mundhygiene (*Jordan und Micheelis 2016*). Alle drei Faktoren haben somit einen Einfluss auf die Zahngesundheit und damit auf die Wahrscheinlichkeit, einen Verlust eines Molaren oder Prämolaren zu erleiden. Frauen, Senioren und Personen mit schlechter Schulbildung sind zusammenfassend also Risikogruppen für die Elongation von antagonistischen Zähnen und möglicherweise den negativen Folgen für die MLQ. Bei frühzeitigem Zahnverlust und lange bestehenden antagonistischen Situationen hat die Induktionsperiode einen Einfluss, die aber aufgrund der fehlenden Informationen zum Extraktionszeitpunkt nicht näher bestimmt werden kann und damit in der Auswertung nicht erschlossen werden kann. Hier besteht eine grundsätzliche Limitation von Studien dieser Art, die nur in einem aufwendigen longitudinalen Design oder unter Hinzuziehung von Sekundärdaten einer Lösung näher gebracht werden können.

Die in der Umfrage in Schweden im Jahr 2001 befragten Zahnärzte, die glaubten, dass nach einer Extraktion zurückbleibende antagonistische Molaren merklich elongieren würden, hatten also wahrscheinlich Recht. 53% von ihnen bevorzugten eine baldige Therapie der Situation, da sie mit einer Beeinträchtigung der Kaufunktion und der Entwicklung einer CMD rechneten, während 47% der befragten Zahnärzte vorschlugen abzuwarten und die Situation zunächst unversorgt zu belassen (*Lyka et al. 2001*). Die Entscheidung, ob und wie eine Zahnlücke versorgt werden soll, trifft in der Praxis primär der Patient über die Formulierung des Versorgungswunsches. Der Behandler kann allein eine Empfehlung aussprechen. In vielen Fällen mögen hinter dem Nichtversorgen einer Zahnlücke finanzielle Gründe, Angst vor der Behandlung oder

schlichtes Desinteresse an der eigenen Zahngesundheit stecken. Und oft entstehen in der Praxis sicherlich auch gar keine Probleme durch elongierte antagonistenseitige Zähne. Dennoch zeigen die vorliegenden Ergebnisse, dass das Risiko für Schmerzen, Funktionsstörungen und eine damit einhergehende Beeinträchtigung der Lebensqualität durch die baldige Versorgung einer Situation mit antagonistenseitigen Zähnen in der Tendenz durch Versorgung der Lücke in vielen Fällen vermieden werden kann. In der Übersicht stehen die vorliegenden Ergebnisse nicht den von *Craddock et al.* (2007, 2008, 2010) publizierten Kriterien für eine mehr differenzierende klinische Entscheidung zur Versorgung der Lücken im Seitenzahnbereich entgegen.

## 6 Zusammenfassung

Es wurden jeweils 50 Patienten mit antagonistischen Molaren und Prämolaren sowie mit Vollbezahnung befragt und untersucht. Dabei wurde eine umfangreiche Befund- und Funktionserhebung durchgeführt, die Elongation der betroffenen Zähne ermittelt, sowie gesellschaftlich-soziale Parameter und subjektive Symptome wie Schmerzen, Kaugeräusche und sonstige Missempfindungen abgefragt. Mittels OHIP wurde die MLQ ermittelt.

In der Gruppe der Patienten mit antagonistischen Molaren und Prämolaren konnte bei 18% der Zähne keine Elongation, bei 22% eine leichte Elongation von weniger als 2 mm und bei 59% eine stark ausgeprägte Elongation von 2 mm und mehr festgestellt werden.

Ferner war in der Gruppe der Patienten mit antagonistischen Molaren und Prämolaren die Chance erhöht, an Schmerzen und Funktionsstörungen zu leiden sowie eine schlechtere MLQ zu haben. Die Ergebnisse zeigen eine Tendenz, die als moderate Assoziation nachgewiesen werden kann. Für die Unterschiede gelingt der Nachweis der statistischen Signifikanz nicht.

Für weitere Studien sind multizentrische Ansätze mit deutlich höheren Stichprobenumfängen (>300) als in dieser Arbeit und einem multidimensionalen Untersuchungsdesign zu empfehlen, deren umfangreiche strukturelle Anforderungen eine besondere Herausforderung sein werden. Letztlich zeigt auch diese Arbeit, dass jede antagonistische Situation eine individuelle Entscheidung anhand der klinischen Gegebenheiten verlangt.

## 7 Literaturverzeichnis

**Agerberg G**, Carlsson GE. Functional disorders of the masticatory system II. Symptoms in relation to impaired mobility of the mandible as judged from investigation by questionnaire. *Acta Odontologica Scandinavica* 31 (1973) 335-347.

**Ahlers MO**, Freesmeyer WB, Göz G, Jakstat HA, Koeck B, Meyer G, Ottl P, Reiber T, Seeher WD. Instrumentelle, bildgebende und konsiliarische Verfahren zur CMD-Diagnostik. Stellungnahme der DGZMK 2005.

**Allen PF**, McMillan AS, Locker D. An assessment of sensitivity to change of the Oral Health Impact Profile in a clinical trial. *Community Dent Oral Epidemiol* 29 (2001) 175-82.

**Awad MA**, Lund JP, Shapiro SH, Locker D, Klemetti E, Chehade A, Savard A, Feine JS. Oral health status and treatment satisfaction with mandibular implant overdentures and conventional dentures: a randomized clinical trial in a senior population. *Int J Prosthodont* 16 (2003) 390-6.

**Baba K**, Igarashi Y, Nishiyama A, John MT, Akagawa Y, Ikebe K, Ishigami T, Kobayashi H, Yamashita S. Patterns of missing occlusal units and oral health-related quality of life in SDA patients. *Journal of Oral Rehabilitation* 35 (2008) 621-628.

**Barghi N**, Aguilar T, Martinez C, Woodall WS, Maaskant BA. Prevalence of types of temporomandibular joint clickings in subjects with missing posterior teeth. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 57 (1987) 617-620.

**Buescher J**. Temporomandibular Joint Disorders. *American Family Physician* 76 (2007) 1477-1482.

**Bumann A**, Lotzmann U. Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien. In: Rateitschak KH, Wolf HF (Hrsg.). *Farbatlanten der Zahnmedizin*. Thieme Verlag 2000.

**Christensen R**. Testing Fisher, Neyman, Pearson, and Bayes. *American Statistician* 59 (2005) 121-126.

**Christou P**, Kiliardis S. Three-dimensional changes in the position of unopposed molars in adults. *European Journal of Orthodontics* 29 (2007) 543-549.

**Cole SR**, Chu HAT, Greenland S. Multiple-imputation for measurement-error correction. *International Journal of Epidemiology* 35 (2006) 1074-1081.

**Cook RJ**, Farewell VT. Multiplicity considerations in the design and analysis of clinical trials. *Journal of the Royal Statistical Society Series a-Statistics in Society* 159 (1996) 93-110.

**Compagnon D**, Woda A. Supraeruption of the unopposed maxillary first molar. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 66 (1991) 29-34.

**Craddock HL**, Youngson CC. A study of the incidence of overeruption and occlusal interferences in unopposed posterior teeth. *British Dental Journal* 196 (2004) 341-348.

**Craddock HL**, Youngson CC, Manogue M, Blance A. Occlusal Changes Following Posterior Tooth Loss in Adults. Part 1: A Study of Clinical Parameters Associated with the Extent and Type of Supraeruption in Unopposed Posterior Teeth. *Journal of Prosthodontics* 16 (2007) 485-494.

**Craddock HL**. Occlusal Changes Following Posterior Tooth Loss in Adults. Part 3: A Study of Clinical Parameters Associated with the Presence of Occlusal Interferences Following Posterior Tooth Loss. *Journal of Prosthodontics* 17 (2008) 25-30.

**Craddock HL**. Consequences of Tooth Loss: 2. Dentist Considerations – Restorative Problems and Implications. *Dental Update* 37 (2010) 28-32.

**De Boever JA**, Adriaens PA. Occlusal relationship in patients with pain-dysfunction symptoms in the temporomandibular joints. *Journal of Oral Rehabilitation* 10 (1983) 1-7.

**Elias AC**, Sheiham A. The relationship between satisfaction with mouth and number, position and condition of teeth: studies in Brazilian adults. *Journal of Oral Rehabilitation* 26 (1999) 53-71.

**Faul F**, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral and biomedical sciences. *Behavior Research Methods* 39 (2007) 175-191.

**Franks AST.** The dental health of patients presenting with temporomandibular joint dysfunction. *British Journal of Oral Surgery* 5 (1967) 157-166.

**Fueki K.,** Baba K. Shortened Dental Arch and Prosthetic Effect on Oral Health-Related Quality of Life: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Oral Rehabil* (2017) DOI: 10.1111/joor.12511.

**Gelman A,** Hill J. *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models.* Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

**Gelman A,** Stern H. The difference between "significant" and "not significant" is not itself statistically significant. *American Statistician* 60 (2006) 328-331.

**Gerritsen AE,** Witter DJ, Creugers NHJ. Long-term follow-up indicates unimpaired oral health-related quality of life for people having shortened dental arches. *Journal of Dentistry* 65 (2017) 41-44.

**Glockmann E,** Köhler J, Vollandt R. Gründe für Zahnverlust in den neuen Bundesländern. *IDZ-Information* No. 1/1999.

**Glockmann E,** Panzner KD, Huhn P, Sigusch BW, Glockmann K. Ursachen des Zahnverlustes in Deutschland – Dokumentation einer bundesweiten Erhebung. *IDZ-Information* No. 2/2011.

**Graber G,** Partielle Prothetik. In: Rateitschak KH, Wolf HF (Hrsg.). *Farbatlant der Zahnmedizin.* Thieme Verlag 1986.

**Greenland S.** Introduction to Regression Modeling. In: *Modern Epidemiology,* (eds.) K. J. Rothman, S. Greenland, T. L. Lash, 3rd edition. Philadelphia: Wolters Kluwer|Lippincott Williams & Wilkins, 2008a.

**Greenland S.** Introduction to Regression Models. In: *Modern Epidemiology,* (eds.) K. J. Rothman, S. Greenland, T. L. Lash, pp. 381-417. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2008b.

**Greenland S.** Nonsignificance plus high power does not imply support for the null over the alternative. *Ann Epidemiol* 22 (2012) 364-368.

**Greenland S,** Senn SJ, Rothman KJ, Carlin JB, Poole C, Goodman SN, Altman DG. Statistical tests, P values, confidence intervals, and power: a guide to misinterpretations. *Eur J Epidemiol* 31 (2016) 337-350.

**Harrell FE Jr.** Regression Modeling Strategies. With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis. Heidelberg: Springer, 2015.

**Hensel E**, Gesch D, Biffar R, Bernhardt O, Kocher T, Splieth C, Born G, John U. Study of Health in Pomerania (SHIP): a health survey in an East German region. Objectives and design of the oral health section. Quintessence International 34 (5) (2003) 370-378.

**Hirsch C**, John M. Oral-health-related Quality of Life in Children and Their Families. Journal Dent Res 79 (2000) 207.

**Hosmer DW**, Lemeshow S. Applied Logistic Regression. New York: John Wiley & Sons, 2000.

**Hugger A**, Kordaß B. Handbuch Instrumentelle Funktionsanalyse und funktionelle Okklusion. Berlin: Quintessenz-Verlags GmbH, 2018.

**Hwang SJ**, Patton LL, Kim JH, Kim HY. Relationship between oral impacts on daily performance and chewing ability among independent elders residing in Daejeon City, Korea. Gerodontology 29 (2012) 481-488.

**ICH E9 Expert Working Group.** Statistical Principles for Clinical Trials: ICH Harmonized Tripartite Guideline. Stat Med 18 (1999) 1905-1942.

**John MT**, Micheelis W. Lebensqualitätsforschung in der Zahnmedizin: Konzepte, Erfahrungen und Perspektiven. IDZ Information 4 (2000).

**John MT**, Micheelis W, Biffar R. Normwerte mundgesundheitsbezogener Lebensqualität für Kurzversionen des Oral Health Impact Profile. Swiss Dental Journal 114 (2004 a) 784-791.

**John MT**, Micheelis W, Biffar R. Einflussfaktoren mundgesundheitsbezogener Lebensqualität – Validierung einer deutschen Kurzversion des Oral Health Impact Profile (OHIP-G14). Deutsche Zahnärztliche Zeitung 59 (6) (2004 b) 328-333.

**John MT**, Koepsell TD, Hujoel P, Miglioretti DL, LeResche L, Micheelis W. Demographic factors, denture status and oral health-related quality of life. Community Dentistry and Oral Epidemiology 32 (2) (2004 c) 125-132.

**John U**, Greiner B, Hensel E et al. Study of Health in Pomerania (SHIP): a health examination survey in an east German region: objectives and design. Soz Präventivmedizin 46 (2001) 186-194.

**Jordan AR**, Micheelis W. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie. IDZ 2016.

**Kahl-Nieke B**, Zahnentfernung im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung. DGZMK Information 2012.

**Kiliardis S**, Lyka I, Friede H, Carlsson GE, Ahlqwist M. Vertical Position, Rotation and Tipping of Molars Without Antagonist. *The International Journal of Prosthodontics* 13 (2000) 480-486.

**Kirschbaum E**, Kirschbaum H, Lenz E. Das reaktive funktionelle Verhalten des Lückengebisses aus der Sicht klinisch-experimenteller Untersuchungen. *Zahn Mund Kieferheilkunde Zentralbl.* 75 (1987) 270-275.

**Köneke C**. Craniomandibuläre Dysfunktion. Berlin: Quintessenz-Verlag, 2010.

**Kopp S**. Clinical findings in temporomandibular joint osteoarthritis. *Scand J Dent Res* 85 (1977) 434-443.

**Kumar CVD**, Mohamed S, Janakiram C, Joseph J. Validation of dental impact on daily living questionnaire among tribal population of India. *Contemporary Clinical Dentistry* 6 (2015) 235-241.

**Lash TL**, Fox MP, Fink AK. *Applying Quantitative Bias Analysis to Epidemiologic Data*. Dordrecht: Springer, 2009.

**Lehman EL**. Fisher, Neyman and the Creation of Classical Statistics. New York: Springer, 2001.

**Lenz E**, Reitz J. Untersuchungen zur verkürzten Zahnreihe. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 41 (1986) 8-10.

**Lindskog-Stokland B**, Hansen K, Tomasi C, Hakeberg M, Wennström JL. Changes in molar position associated with missing opposed and/or adjacent tooth: a 12-year study in women. *Journal of Oral Rehabilitation* 39 (2012) 136-143.

**Livas C**, Halazonetis DJ, Booij JW, Katsaros C, Ren Y. Does fixed retention prevent overeruption of unopposed mandibular second molars in maxillary first molar extraction cases? *Progress in Orthodontics* 17:6 (2016).

**Locker D**. Health outcomes of oral disorders. *International Journal of Epidemiology* 24 (1995) 85-89.

**Love WD**, Adams RL. Tooth movement into edentulous areas. The Journal of Prosthetic Dentistry 25 (1971) 271-278.

**Lyka I**, Carlsson GE, Wedel A, Kiliardis S. Dentists perception of risks for molars without antagonists. A questionnaire study of dentists in Sweden. Swedish Dental Journal 25 (2001) 67-73.

**Mayer T**. Kompromisse und Grenzen in der Endodontologie. Spitta Verlag 2005.

**Meisel P**, Holtfreter B, Völzke H, Kocher T. Self-reported oral health predicts tooth loss after five and ten years in a population-based study. J Clin Periodontol. 45 (2018) 1164-1172.

**Merli M**, Bianchini E, Mariotti G, Moscatelli M, Piemontese M, Rappelli G, Nieri M. Ceramic vs composite veneering of full arch implant-supported zirconium frameworks: assessing patient preference and satisfaction. A crossover double-blind randomised controlled trial. Eur J Oral Implantol 10 (2017) 311-322.

**Metin R**, Tatli U, Evlice B. Effects of low-level laser therapy on soft and hard tissue healing after endodontic surgery. Lasers Med Sci 33 (2018) 1699-1706.

**Micheelis W**, Reich E. Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie. IDZ 1999.

**Micheelis W**, Schiffner U. Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie. IDZ 2006.

**Nguyen MS**, Jagomägi T, Nguyen T, Saag M, Voog-Oras Ü. Occlusal Support and Temporomandibular Disorders Among Elderly Vietnamese. International Journal of Prosthodontics 30 (2017) 465-470.

**Pearl J**. Causality. Models, Reasoning, and Inference. New York: Cambridge University Press, 2009, pp. 193-200.

**Porta M**. A Dictionary of Epidemiology. Oxford University Press 2008.

**Reich E**. Gründe für Zahnverlust in den westlichen Bundesländern. IDZ-Information No. 1/1993.

**Reissmann DR**, Heydecke G, Schierz O, Marré B et al. The randomized shortened dental arch study: temporomandibular disorder pain. Clin Oral Investig. 18 (2014) 2159-69.

**Reissmann DR**, Anderson GC, Heydecke G, Schiffmann EL. Effect of Shortened Dental Arch on Temporomandibular Joint Intra-articular Disorders. *J Oral Facial Pain Headache* 32 (2018) 329-337.

**Reissmann DR**, Wolfart S, John MT, Marré B et al. Impact of shortened dental arch on oral health-related quality of life over a period of 10 years – A randomized controlled trial. *J Dent*. 80 (2019) 55-62.

**Reiner-Sitar K**, Celebić A, Stipetić J, Marion L, Petricević N, Zaletel-Kragelj L. Oral health related quality of life in Slovenian patients with craniomandibular disorders. *Coll Antropol* 32 (2008) 513-7.

**Rothman KJ**. *Epidemiology. An Introduction*. New York: Oxford University Press, 2012.

**Rothman KJ**, Greenland S, Lash TL. Precision and Statistics in Epidemiologic Studies. In: *Modern Epidemiology*, (eds.) K. J. Rothman, S. Greenland, T. L. Lash, 3rd edition, pp. 148-167. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

**Senn S**. *Statistical Issues in Drug Development*. Chichester: John Wiley and Sons, 2007.

**Silveira JL**, Albers M, Vargas DM, Santa Helena ET et al. Reduced Bone Stiffness in Women Is Associated with Clinical Attachment and Tooth Loss: The Study of Health in Pomerania. *J Dent Res* 95 (2016) 1464-1471.

**Slade GD**, Spencer AJ. Development and evaluation of the Oral Health Impact Profile. *Community Dental Health* 11 (1) (1994) 3-11.

**Slade GD**, Hoskin GW, Spencer AJ. Trends and fluctuations in the impact of oral conditions among older adults during a one year period. *Community Dent Oral Epidemiol* 24 (1996) 317-21.

**Spiegelhalter DJ**, Myles JP, Jones DR, Abrams KR. Bayesian methods in health technology assessment: a review. *Health Technology Assessment* 4, 2000.

**Strauss RP**, Hunt RJ. Understanding the value of teeth to older adults: Influences on the quality of life. *The Journal of the American Dental Association* 124 (1993) 105-110.

**Strub JR**, Türp JC, Witkowski S, Hürzeler MB, Kern M. *Curriculum Prothetik Band 1*. Quintessenz Verlag 2005.

**Tallents RH**, Macher DJ, Kyrkanides S, Katzberg RW, Moss ME. Prevalence of missing posterior teeth and intraarticular temporomandibular disorders. *Journal of Prosthetic Dentistry* 87 (2002) 45-50.

**Textor J**, Hardt J, Knuppel S. DAGitty: a graphical tool for analyzing causal diagrams. *Epidemiology* 22 (2011) 745.

**Vanderweele TJ**. *Explanation in Causal Inference: Methods for Mediation and Interaction*. Oxford: Oxford University Press, 2015, pp. 706 S.

**Venables WN**, Ripley BD. *Modern applied statistics with S*. New York: Springer, 2002, pp. 495 S.

**Völzke H**, Alte D, Schmidt CO et al. Cohort Profile: The Study of Health in Pomerania. *International Journal of Epidemiology* 40 (2011) 294-307.

**Völzke H**. Study of Health in Pomerania (SHIP). *Bundesgesundheitsblatt* 55 (2012) 790-794.

**Völzke H**. SHIP-Studie: Leben und Gesundheit in Vorpommern. *BMBF Forschen für ein gesundes Leben, Newsletter* 63 (2013).

**von Hippel PT**. Regression with Missing Ys: An Improved Strategy for Analyzing Multiply Imputed Data. *Sociological Methodology*, Vol. 37 (2007) 83-117.

**Wasserstein RL**. ASA Statement on Statistical Significance and P-Values. *American Statistician* 70 (2016) 131-133.

**Witter DJ**, de Haan AFJ, Käyser AF, van Rossum GMJM. A 6-year follow-up study of oral function in shortened dental arches. Part II: Craniomandibular dysfunction and oral comfort. *Journal of Oral Rehabilitation* 21 (1994) 353-366.

**Witter DJ**, Kreulen CM, Mulder J, Creugers NHJ. Signs and symptoms related to temporomandibular disorders – Follow-up of subjects with shortened and complete dental arches. *Journal of Dentistry* 35 (2007) 521-527.

**Zitzmann NU**. Die Folgen der Zahnlosigkeit für das Individuum. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 59 (2004) 617-625.

# 8 Anhang

## Anhang A - Patientenfragebogen

Seite 1 von 8

### Patientenfragebogen

Fragebogennummer:	_ _ _
Geburtsdatum:	_ _  .  _ _  .  _ _ _ _
Geschlecht:	<input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> weiblich
Krankenversicherung:	<input type="checkbox"/> gesetzlich krankenversichert <input type="checkbox"/> privat versichert
Datum:	_ _  .  _ _  .  _ _ _ _

Liebe Patientin, lieber Patient,

der Ihnen vorliegende Fragebogen dient der Erfassung einiger Daten, die ich im Rahmen meiner Doktorarbeit sammle.

Das Ausfüllen dieses Fragebogens wird in der Regel nicht länger als 5 Minuten dauern. Bitte beantworten Sie die Fragen sorgfältig, und fragen Sie mich, wenn Unklarheiten bestehen.

Alle Angaben werden streng vertraulich behandelt.

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!

Hans Ole Witzleb

Zahnarzt Hans Ole Witzleb  
Praxis Dr. Horst Feldhaus · Erasmusstr. 1 · 28217 Bremen · Telefon 0421 38 37 63

**1. Wie viele Jahre sind Sie insgesamt zur Schule gegangen?**

□□□ Jahre

**2. Welcher ist Ihr höchster allgemein bildender Schulabschluss?**

- noch Schüler(in) ohne Abschluss
- Schulabgang ohne Abschluss
- Volks- oder Hauptschulabschluss
- Mittlere Reife, Realschulabschluss, Fachschulreife
- Fachhochschulreife, fachgebundene Hochschulreife, Fachoberschule
- Abitur, allgemeine Hochschulreife
- anderer Abschluss: \_\_\_\_\_

**3. Ist bei Ihnen eine Zuckerkrankheit von einem Arzt festgestellt oder bestätigt worden?**

- ja
- nein

**4. Rauchen Sie zurzeit Zigaretten?**

- ja    nein

**4b. Wenn nein, haben Sie jemals Zigaretten geraucht?**

- ja    nein

**4c. Wenn ja, in welchem Jahr haben Sie mit dem Rauchen aufgehört?**

□□□□

**5. Wie empfinden Sie den Gesundheitszustand Ihrer Zähne?**

- sehr gut
- gut
- zufrieden stellend
- weniger gut
- schlecht

**6. Die Menschen putzen sich unterschiedlich oft die Zähne. Wie oft putzen Sie sich gewöhnlich Ihre Zähne?**

- 3 Mal täglich und öfter
- normalerweise 2 Mal täglich
- normalerweise 1 Mal täglich
- mehrmals pro Woche
- 1 Mal pro Woche oder seltener

**7. Benutzen Sie außer der Zahnbürste noch andere Hilfsmittel täglich zur Zahnreinigung (z. B. Zahnseide, Zahnholzchen, Zahnzwischenraumbürstchen)?**

**Mehrfachbeantwortung möglich!**

- Zahnseide
- Zahnholzchen
- Zahnzwischenraumbürstchen
- andere: \_\_\_\_\_
- keine Hilfsmittel

**8. Denken Sie, dass Sie zum jetzigen Zeitpunkt Zahnersatz benötigen?**

- ja
- nein

<b>9. Bevorzugen Sie eine Seite beim Kauen?</b>
<input type="checkbox"/> nein
<input type="checkbox"/> ja, links
<input type="checkbox"/> ja, rechts
<input type="checkbox"/> weiß nicht

<b>10. Leiden Sie an Migräne?</b>
<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht
<b>10b. Wenn ja, wie oft?</b>
<input type="checkbox"/> manchmal (weniger als 1x wöchentlich)
<input type="checkbox"/> häufig (1 bis 5x wöchentlich)
<input type="checkbox"/> immer (mehr als 5x wöchentlich)
<b>10c. Ist bei Ihnen die Migräne von einem Arzt festgestellt worden?</b>
<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

<b>11. Leiden Sie an Ohrensausen / Ohrgeräuschen?</b>
<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> weiß nicht
<b>11b. Wenn ja, wie oft?</b>
<input type="checkbox"/> manchmal (weniger als 1x wöchentlich)
<input type="checkbox"/> häufig (1 bis 5x wöchentlich)
<input type="checkbox"/> immer (mehr als 5x wöchentlich)
<b>11c. Sind bei Ihnen die Ohrgeräusche von einem Arzt festgestellt worden?</b>
<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

**12. Üben Sie eine oder mehrere der folgenden Angewohnheiten aus?**

**a. Zähnezusammenpressen:**

- nein, nie
- manchmal
- häufig

**b. Zähneknirschen:**

- nein, nie
- manchmal
- häufig

**c. Kaugummikauen:**

- nein, nie
- manchmal
- häufig

**44 OHIP 14**  
**(Oral Health Impact Profile, validiert in dt. Übersetzung von Micheelis/John)**

Hatten Sie im vergangenen Monat auf Grund von Problemen mit Ihren Zähnen, im Mundbereich oder mit Ihrem Zahnersatz Schwierigkeiten, bestimmte Worte auszusprechen?

- 0 Nie
- 1 Kaum
- 2 Ab und zu
- 3 Oft
- 4 Sehr oft
- 998 Weiß nicht
- 999 Antwort verweigert

ohip\_01 = |\_\_\_\_|

das Gefühl, Ihr Geschmackssinn sei beeinträchtigt?

- 0 Nie
- 1 Kaum
- 2 Ab und zu
- 3 Oft
- 4 Sehr oft
- 998 Weiß nicht
- 999 Antwort verweigert

ohip\_02 = |\_\_\_\_|

Schmerzen im Mundbereich?

- 0 Nie
- 1 Kaum
- 2 Ab und zu
- 3 Oft
- 4 Sehr oft
- 998 Weiß nicht
- 999 Antwort verweigert

ohip\_03 = |\_\_\_\_|

45 Oder ist es vorgekommen, dass es unangenehm war, bestimmte Nahrungsmittel zu essen?

- 0 Nie
- 1 Kaum
- 2 Ab und zu
- 3 Oft
- 4 Sehr oft
- 998 Weiß nicht
- 999 Antwort verweigert

ohip\_04 = |\_\_\_\_|

dass Sie sich bedrückt/depressiv gefühlt haben?

- 0 Nie
- 1 Kaum
- 2 Ab und zu
- 3 Oft
- 4 Sehr oft
- 998 Weiß nicht
- 999 Antwort verweigert

ohip\_05 = |\_\_\_\_|

dass Sie sich angespannt gefühlt haben?

- 0 Nie
- 1 Kaum
- 2 Ab und zu
- 3 Oft
- 4 Sehr oft
- 998 Weiß nicht
- 999 Antwort verweigert

ohip\_06 = |\_\_\_\_|

46 War Ihre Ernährung im vergangenen Monat aufgrund von Problemen mit Ihren Zähnen, im Mundbereich oder mit Ihrem Zahnersatz unbefriedigend?

- 0 Nie
- 1 Kaum
- 2 Ab und zu
- 3 Oft
- 4 Sehr oft
- 998 Weiß nicht
- 999 Antwort verweigert

ohip\_07 = |\_\_\_\_|

47 Ist es im vergangenen Monat auf Grund von Problemen mit Ihren Zähnen, im Mundbereich oder mit Ihrem Zahnersatz vorgekommen, dass Sie Ihre Mahlzeiten unterbrechen mussten?

- 0 Nie
- 1 Kaum
- 2 Ab und zu
- 3 Oft
- 4 Sehr oft
- 998 Weiß nicht
- 999 Antwort verweigert

ohip\_08 = |\_\_\_\_|

dass Sie Schwierigkeiten hatten, zu entspannen?

- 0 Nie
- 1 Kaum
- 2 Ab und zu
- 3 Oft
- 4 Sehr oft
- 998 Weiß nicht
- 999 Antwort verweigert

ohip\_09 = |\_\_\_\_|

Zahnarzt Hans Ole Witzleb  
Praxis Dr. Horst Feldhaus · Erasmusstr. 1 · 28217 Bremen · Telefon 0421 38 37 63

dass Sie sich ein wenig verlegen gefühlt haben?

- 0 Nie
- 1 Kaum
- 2 Ab und zu
- 3 Oft
- 4 Sehr oft
- 998 Weiß nicht
- 999 Antwort verweigert

ohip\_10 = |\_\_\_\_|

dass Sie anderen Menschen gegenüber eher reizbar gewesen sind?

- 0 Nie
- 1 Kaum
- 2 Ab und zu
- 3 Oft
- 4 Sehr oft
- 998 Weiß nicht
- 999 Antwort verweigert

ohip\_11 = |\_\_\_\_|

dass es Ihnen schwergefallen ist, Ihren alltäglichen Beschäftigungen nachzugehen?

- 0 Nie
- 1 Kaum
- 2 Ab und zu
- 3 Oft
- 4 Sehr oft
- 998 Weiß nicht
- 999 Antwort verweigert

ohip\_12 = |\_\_\_\_|

48 Hatten Sie im vergangenen Monat auf Grund von Problemen mit Ihren Zähnen, im Mundbereich oder mit Ihrem Zahnersatz den Eindruck, dass Ihr Leben ganz allgemein weniger zufriedenstellend war?

- 0 Nie
- 1 Kaum
- 2 Ab und zu
- 3 Oft
- 4 Sehr oft
- 998 Weiß nicht
- 999 Antwort verweigert

ohip\_13 = |\_\_\_\_|

49 Oder ist es vorgekommen, dass Sie vollkommen unfähig waren, etwas zu tun?

- 0 Nie
- 1 Kaum
- 2 Ab und zu
- 3 Oft
- 4 Sehr oft
- 998 Weiß nicht
- 999 Antwort verweigert

ohip\_14 = |\_\_\_\_|

Zahnarzt Hans Ole Witzleb  
Praxis Dr. Horst Feldhaus · Erasmusstr. 1 · 28217 Bremen · Telefon 0421 38 37 63

## Befundbogen

Fragebogennummer:	_ _ _
Geburtsdatum:	_ _  .  _ _  .  _ _ _ _
Geschlecht:	<input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> weiblich
Datum:	_ _  .  _ _  .  _ _ _ _

Inhalt:

1. Befund / Zahnstatus
2. PSI
3. Beschreibung des antagonistischen Zahns
4. Funktionsstatus
5. Patientenangaben
6. Okklusion
7. Röntgenbefund
8. Alginatabdrücke

**1. Befund / Zahnstatus**

Verankerung																	
Material																	
Befund																	
	8	7	6	5	4	3	2	1		1	2	3	4	5	6	7	8
Befund																	
Material																	
Verankerung																	

**2. PSI**

S1	S2	S3
S6	S5	S4

**3. Beschreibung des antagonistischen Zahns**

**3.1** Elongation (in mm):

**3.2** Kippung (in Grad):

**3.3** Rotation (in Grad):

#### 4. Funktionsstatus

##### Anamnese

Waren Sie in letzter Zeit in Behandlung beim

4.1 Zahnarzt  ja  nein?

4.2 Kieferorthopäden  ja  nein?

4.3 Arzt  ja  nein?

4.4 Wurde bei Ihnen bereits eine Funktionstherapie durchgeführt? Wenn ja, welcher Art?

ja  nein

---

4.5 Erlitten Sie einen Unfall / Schlag im Kopf- / Halsbereich? Wenn ja, wo?

ja  nein

---

Haben Sie Schmerzen, Beschwerden oder Verspannungen im / am

4.6 Kopf (allgemein)?  rechts  links  nein

4.7 Schläfen?  rechts  links  nein

4.8 Ohrbereich / Kiefergelenke?  rechts  links  nein

4.9 Nacken?  rechts  links  nein

4.10 Schulter?  rechts  links  nein

4.11 andere (z. B. Wirbelsäule, andere Gelenke)? Wo?  nein

---

*Liegen keine Schmerzen vor bitte mit Punkt 5 fortfahren!*

##### Ort und Ausbreitung des Schmerzes

4.12 Qualität des Schmerzes (z. B. dumpf, stechend)

kein Schmerz  Schmerz

---

4.13 Zeitpunkt des Schmerzes

morgens  im Laufe des Tages

abends  bestimmter Anlass

4.14 Dauer des Schmerzes

Minuten  Stunden

4.15 Häufigkeit des Schmerzes

täglich  1 bis 2x / Woche

1 bis 2x / Monat  seltener

4.16 Wann traten die Beschwerden erstmals auf?

---

Zahnarzt Hans Ole Witzleb

Praxis Dr. Horst Feldhaus · Erasmustr. 1 · 28217 Bremen · Telefon 0421 38 37 63

**Beeinträchtigung durch Schmerzen****4.17** Wie stark ausgeprägt sind die Beschwerden?

0 = kein Schmerz, 10 = stärkster vorstellbarer Schmerz

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

**4.18** Wie stark beeinflussen die Beschwerden Ihr Wohlbefinden oder Ihre Leistungsfähigkeit?

0 = gar nicht, 10 = sehr stark

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

**4.19** Ist Ihre jetzige Lebenssituation durch Stress belastet?

0 = gar nicht, 10 = sehr stark

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

**5. Patientenangaben****5.1** Sind / waren folgende Bewegungen ohne Einschränkung (0), behindert (1) oder schmerzhaft (2)?

Kauen 5.1.1     Mundöffnung 5.1.3  
 Kieferschluss 5.1.2     andere UK-Bewegung 5.1.4

**5.2** Wo kauen Sie bevorzugt?

linke Seite                       rechte Seite  
 beidseitig

**5.3** Wo haben Sie Kiefergelenkgeräusche?

links             keine             ja, seit \_\_\_\_\_  
 rechts            keine             ja, seit \_\_\_\_\_

**5.4** Sind die Zähne bzw. das Zahnfleisch

schmerzhaft                       empfindlich  
 keine Beschwerden

**5.5** Passen die Zähne richtig aufeinander?

ja                       nein

Liegt bei Ihnen ein Taubheitsgefühl vor?

**5.6** Kopfbereich                       ja                       nein**5.7** Zungenbrennen                       ja                       nein**5.8** Gesicht                       ja                       nein**5.9** Gaumenbrennen                       ja                       nein

Zahnarzt Hans Ole Witzleb

Praxis Dr. Horst Feldhaus · Erasmustr. 1 · 28217 Bremen · Telefon 0421 38 37 63

**Kiefergelenk****5.10 Palpation:**

(0 = unauffällig, 1 = Missempfindung, 2 = Schmerz)

	rechts	links
Kiefergelenk von lateral (5.10.1/.2)		
Kiefergelenk von dorsal (5.10.3/.4)		

**5.11 Auskultation:**5.11.1 Geräusche  ja  nein

(0 = nicht vorhanden, 1 = vorhanden, 8 = nicht erhebbar)

Rechts		Links	
Reiben (5.11.2)	Knacken (5.11.3)	Reiben (5.11.4)	Knacken (5.11.5)

**5.12 Muskulatur**

(0 = unauffällig, 1 = Missempfindung, 2 = Schmerz)

Isometrie	
Mundöffnung (5.12.1)	
Kieferschluss (5.12.2)	
Rechtslateralbewegung (5.12.3)	
Linkslateralbewegung (5.12.4)	

**5.13 Mobilität des Unterkiefers**

(0 = unauffällig, 1 = Missempfindung, 2 = Schmerz)

	mm	r	l
Mundöffnung aktiv (5.13.1/.2/.3)			
Protrusion (5.13.4/.5/.6)			
Retrusion (5.13.7/.8/.9)			
Ablauf der Öffnungsbewegung (5.13.10)	1	0	8

(1 = Abweichung  $\geq$  2 mm, 0 = gradlinig, 8 = keine Messung möglich)**5.14 Endgefühl** normal  zu hart  weich  zurückfedernd  Schmerz

Zahnarzt Hans Ole Witzleb

Praxis Dr. Horst Feldhaus · Erasmustr. 1 · 28217 Bremen · Telefon 0421 38 37 63

**5.15 Kieferrelation und Okklusion**

Horizontale Kieferrelation:

Gleiten in zentrische Okklusion / habituelle Okklusion:

ja  nein

	mm
links (5.15.1)	

	mm
rechts (5.15.2)	

	mm
mitte (5.15.3)	

**5.16 Vertikale Kieferrelation:**

unauffällig  erhöht  zu niedrig

**Weitere Befunde**

**5.17 Abrasion**  ja  nein

**5.18 Keilförmige Defekte**  ja  nein

**5.19 Zungenimpressionen**  ja  nein

**5.20 Wangenimpressionen**  ja  nein

**5.21 andere:**

**6. Okklusion:**

**6.1 Statik**

ZO = zentrische Okklusion, HO = habituelle Okklusion

+ Kontakt, +- schwacher Kontakt, - kein Kontakt, x fehlender Zahn

ZO																	
HO																	
	8	7	6	5	4	3	2	1		1	2	3	4	5	6	7	8
HO																	
ZO																	

**6.2 Dynamik**

	8	7	6	5	4	3	2	1		1	2	3	4	5	6	7	8
RL																	
LL																	
P																	

## 7. Röntgenbefund

<b>Röntgenbild vorhanden?</b>
<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
<b>Indikation für neues Röntgenbild vorhanden?</b>
<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Indikation: _____

## 8. Alginatabdrücke

<b>Alginatabdrücke genommen?</b>
<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> UK

## Anhang C – R-Code für das Endmodell

```
WZ5<-WZ4
WZ5$Diabetes2<-WZ5$Diabetes
WZ5$Diabetes2[is.na(WZ5$Diabetes)]<-"nein"
dd<-datadist(WZ5)
options(datadist="dd")
n.sims<-10000
MyOR<-rep(NA,n.sims)
for (s in 1:n.sims){
  WZ5$elonga_2<-WZ5$elonga_1
  set.seed(s)
  WZ5$elonga_2[WZ5$elonga_1==0]<-runif(59,0,0.1)
  f3 <- orm(elonga_2~Gruppe + rcs(ALTER,3) + Geschlecht + Diabetes2, data =WZ5)
  MyOR[s]<-summary(f3)[4,4]
}
quantile(MyOR,c(0.025,0.50,0.975))
```