

Aus der Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
(Direktor: Prof. Dr. med. dent. Christof E. Dörfer)
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

**Kostenanalyse der Langzeittherapie bei Patienten mit chronischer und
aggressiver Parodontitis in der Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
des Universitätsklinikums Kiel**

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

Anne Sophie Engel

aus Frankfurt am Main

Kiel 2020

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. Christian Graetz
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Helge Fischer-Brandies

Tag der mündlichen Prüfung: 19.11.2020

Zum Druck genehmigt: 04.09.2020

gez. Prof. Dr. Johann Roider
(Vorsitzender des Ausschusses für Promotion)

Für meine Familie.

Inhaltsverzeichnis

I.	Abkürzungen	I
II.	Abbildungsverzeichnis.....	I
III.	Tabellenverzeichnis.....	II
1	Einleitung.....	1
1.1	<i>Klassifikation der Parodontitis</i>	2
1.1.1	Chronische Parodontitis	3
1.1.2	Aggressive Parodontitis.....	3
1.2	<i>Kieler Therapiekonzept der Parodontitisbehandlung</i>	4
1.2.1	Systemische Phase.....	5
1.2.2	Kausale Phase	5
1.2.3	Korrektive Phase	6
1.2.4	Erhaltungsphase (Unterstützende Parodontistherapie).....	7
1.3	<i>Ziele und Hypothesen</i>	8
2	Material und Methoden.....	10
2.1	<i>Auswahl der Probandenkohorte</i>	10
2.2	<i>Ethikvotum</i>	10
2.3	<i>Ein- und Ausschlusskriterien</i>	11
2.4	<i>Untersuchungsparameter</i>	11
2.5	<i>Kostenkalkulation</i>	12
2.6	<i>Datenmanagement und statistische Analyse</i>	14
3	Ergebnisse	15
3.1	<i>Beschreibung der untersuchten Patientenkohorte</i>	15
3.2	<i>Chronische Parodontitis</i>	17
3.3	<i>Aggressive Parodontitis</i>	23
4	Diskussion	29
4.1	<i>Material- und Methodenkritik</i>	29
4.2	<i>Chronische Parodontitis</i>	30
4.2.1	Jährliche Behandlungskosten auf Patientenebene	30
4.2.2	Jährliche Behandlungskosten auf Zahnebene	30
4.2.3	Behandlungskosten in Abhängigkeit von der Beobachtungszeit.....	31
4.2.4	Beobachtungszeiträume.....	31

4.2.5	Behandlungskosten in Abhängigkeit der untersuchten Einflussfaktoren	32
4.2.6	Diskussion der Ergebnisse des multivariaten generalisierten linearen gemischten Modells: Chronische Parodontitis	34
4.3	<i>Aggressive Parodontitis</i>	35
4.3.1	Jährliche Behandlungskosten auf Patientenebene	35
4.3.2	Jährliche Behandlungskosten auf Zahnebene	35
4.3.3	Beobachtungszeiträume	36
4.3.4	Behandlungskosten in Abhängigkeit der Beobachtungszeit	37
4.3.5	Behandlungskosten in Abhängigkeit der untersuchten Einflussfaktoren	37
4.3.6	Diskussion der Ergebnisse des multivariaten generalisierten linearen gemischten Modells: Aggressive Parodontitis	39
4.3.7	Direkter Vergleich der Behandlungskosten zwischen chronischer und aggressiver Parodontitis	41
4.4	<i>Ausblick</i>	44
5	Zusammenfassung	45
6	Literaturverzeichnis	47
7	Anhang	52
8	Danksagung	56

Anmerkungen:

Aus Gründen der Vereinfachung wird in dieser Arbeit auf geschlechtsspezifische Formulierungen verzichtet. Es wird im Folgenden das generische Maskulinum verwendet; Personen weiblichen, männlichen und diversen Geschlechts sind darin gleichermaßen eingeschlossen.

I. Abkürzungen

Abb.	Abbildung
APT	Aktive Parodontitistherapie
BOP	Bleeding on Probing
bzw.	beziehungsweise
ggf.	gegebenenfalls
mm	Millimeter
mgM	multivariate generalisierte lineare gemischte Modelle
PZR	Professionelle Zahnreinigung
Ref.	Referenz
SRP	Scaling and Root Planning
ST	Sondierungstiefe
T	Untersuchungszeitpunkt
UPT	Unterstützende Parodontitistherapie
z.B.	zum Beispiel

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: schematische Darstellung des Kieler Therapiekonzeptes zur Behandlung von chronischer Parodontitis und aggressiver Parodontitis aus dem Funktionsbereich Parodontologie der Christian-Albrechts-Universität Kiel 4

Abbildung 2: Rekrutierung der Patientenkohorten 10

Abbildung 3: Darstellung der jährlichen Kosten auf Zahnebene für Zähne, die über verschiedene Zeiträume nachuntersucht werden konnten. Linie und Box: Median und 25/ 75 Perzentile; Whisker: Werte innerhalb des 1,0- 1,5fachen des Interquartilbereichs; Punkte: Ausreißer 20

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Daten der nachuntersuchten Probandenkohorte.	16
Tabelle 2: Übersicht der Beobachtungszeiträume der Probanden- und Zahnmerkmale in Jahren.....	17
Tabelle 3: Übersicht der gesamten und parodontalen Behandlungskosten bei chronischer Parodontitis pro Patient pro Jahr.....	19
Tabelle 4: Übersicht der gesamten und parodontalen Behandlungskosten bei chronischer Parodontitis pro Zahn pro Jahr.....	19
Tabelle 5: Assoziationen zwischen Patienten und Zahnebene Variablen und jährlichen Kosten auf Zahnebene.	22
Tabelle 6: Assoziationen zwischen Variablen auf Patientenebene und jährlichen Kosten auf Patientenebene.	22
Tabelle 7: Assoziation zwischen Patienten- und Zahnebeneparametern und jährlichen Kosten auf Zahnebene mit der Beobachtungszeit (in Monaten) als Covariate.	23
Tabelle 8: Übersicht der gesamten und parodontalen Behandlungskosten bei aggressiver Parodontitis pro Patient pro Jahr.....	24
Tabelle 9: Übersicht der gesamten und parodontalen Behandlungskosten bei aggressiver Parodontitis pro Zahn pro Jahr.....	26
Tabelle 10: Assoziationen zwischen Variablen auf Patientenebene und jährlichen Kosten auf Patientenebene bei aggressiver Parodontitis.	27
Tabelle 11: Assoziationen zwischen Variablen auf Patientenebene und jährlichen Kosten auf Zahnebene in Euro bei aggressiver Parodontitis.	28
Tabelle 12: Aufstellung der Gebührenpositionen für die Behandlungssitzungen nach dem Bewertungsmaßstab zahnärztlicher Leistungen	53
Tabelle 13: Aufstellung der Gebührenpositionen für die unterstützende Parodontitistherapie nach der Gebührenordnung für Zahnärzte.....	53

1 Einleitung

Die Parodontitis ist eine multifaktoriell bedingte, bakterielle Entzündung des Zahnhalteapparats, die immer mit einer irreversiblen Zerstörung desselben einhergeht. Sie ist die sechsthäufigste Krankheit weltweit (Kassebaum et al., 2014) und betrifft allein in Deutschland mehr als die Hälfte der Bevölkerung (Jordan et al., 2014).

In Staaten mit einer hohen ökonomischen Wertschöpfung und einem hohen pro-Kopf-Einkommen werden Zähne länger erhalten (Frencken et al., 2017). In Deutschland hatten jüngere Senioren im Alter von 65 bis 74 Jahren im Jahr 2016 fünf Zähne mehr im Vergleich zum Jahr 1997. Insgesamt steigt durch den demographischen Wandel der Anteil an Älteren in der Bevölkerung immer weiter an. Durch den Erhalt von immer mehr Zähnen bei älteren Bevölkerungsgruppen steigt auch das Risiko, dass diese Zähne an Parodontitis erkranken an, wodurch sich wiederum ein erhöhter Bedarf an parodontalen Therapiemaßnahmen ergibt (Schwendicke et al., 2018, Tonetti et al., 2017). Mit diesem erhöhten Bedarf steigen dann womöglich auch die Kosten für die Parodontaltherapie.

Die Einschätzung der Kosten bei Langzeit-Parodontitispatienten ist sowohl relevant für das Gesundheitswesen, als auch für den behandelnden Zahnarzt, welcher seine Patienten im Hinblick auf die verschiedenen Behandlungsmöglichkeiten (Zahnerhalt oder Zahnextraktion und -ersatz) und die damit einhergehenden Kosten beraten muss. Eine Herausforderung stellt dabei die Einschätzung der zu erwartenden Kosten bei progressiveren Verlaufsformen der Parodontitis dar (z.B. der aggressiven Parodontitis nach Armitage (1999)). In früheren Studien konnte bereits gezeigt werden, dass die Zahnverlusten bei chronischen und aggressiven Verlaufsformen der Parodontitis nahezu identisch sind (Graetz et al., 2017a, Graetz et al., 2017b). Doch aufgrund der Vorstellungen, dass die erfolgreiche Behandlung der aggressiven versus chronischen Parodontitis nach verschiedenen therapeutischen Ansätzen verlangen würden (Deas and Mealey, 2010), aber auch der Unterschiede in den betroffenen Patientengruppen in Bezug auf Alter, Geschlecht und Zahnstatus, erscheint ein Kostenunterschied in der Therapie beider Erkrankungen denkbar. Deshalb sollen in den folgenden Absätzen die Nomenklatur dieser beiden Diagnosen und möglicher Therapieformen einleitend erläutert werden.

1.1 Klassifikation der Parodontitis

Die verschiedenen Formen der Parodontitis wurden im Jahr 1999 nach dem damaligen Forschungs- und Erkenntnisstand klassifiziert (Armitage, 1999). Während die vorliegende Arbeit verfasst wurde, ist eine neue Klassifikation der parodontalen und periimplantären Erkrankungen im Rahmen der EuroPerio 2018 veröffentlicht worden. Die nachuntersuchten Patienten wurden entsprechend der zum Zeitpunkt gültigen Klassifikation von 1999 behandelt und aufgrund großer methodischer Unterschiede (Graetz et al., 2019a) wurde darauf verzichtet diese nach Papapanou et al. (2018) zu reklassifizieren.

- I. Gingivale Erkrankungen
 - A. Plaque-induzierte gingivale Erkrankungen
 - B. Nicht durch Plaque induzierte gingivale Erkrankungen
- II. Chronische Parodontitis
(leicht: 1-2mm CAL; moderat: 3-4mm CAL; schwer: ≥ 5 mm CAL)
 - A. Lokalisierte Parodontitis
 - B. Generalisierte Parodontitis
- III. Aggressive Parodontitis
 - A. Lokalisierte Aggressive Parodontitis
 - B. Generalisierte Aggressive Parodontitis
- IV. Parodontitis als Manifestation systemischer Erkrankungen
 - A. Assoziation mit hämatologischen Krankheiten
 - B. Assoziation mit genetischen Störungen
 - C. Nicht weiter spezifiziert
- V. Nekrotisierende Parodontalerkrankungen
 - A. Nekrotisierende ulzerierende Gingivitis (NUG)
 - B. Nekrotisierende ulzerierende Parodontitis (NUP)
- VI. Abszesse des Parodonts
 - A. Gingiva-Abszess
 - B. Parodontal-Abszess
 - C. Perikoronar-Abszess
- VII. Parodontitis bei endodontischen Läsionen
 - A. Kombiniert parodontal-endodontische Läsionen

VIII. Entwicklungsbedingte oder erworbene Deformationen und Zustände

- A. Lokalisierte zahnbezogene Faktoren, die die Plaqueretention begünstigen
- B. Mukogingivale Unregelmäßigkeiten um den Zahn
- C. Schleimhautveränderungen auf zahnlosen Alveolarkämmen
- D. Okklusales Trauma

1.1.1 Chronische Parodontitis

Die chronische Parodontitis (CP) ist die häufigste Form aller Parodontitiden. Sie ist eine entzündliche Erkrankung des Zahnhalteapparates mit fortschreitendem Attachmentverlust und damit einhergehendem Verlust des Alveolarknochens. Sie tritt häufig erst ab dem 40. Lebensjahr auf, kann sich aber auch bei Kindern und Jugendlichen manifestieren. Symptome der CP sind die Bildung parodontaler Taschen und das Vorliegen subgingivaler Konkremente. Das Ausmaß der parodontalen Destruktion entspricht der vorliegenden Menge an Plaque. Das Fortschreiten der CP verläuft zumeist langsam, es können sich Phasen langsamer und rascher Progression abwechseln. Die CP wird weiter unterschieden in eine lokalisierte (<30% der Zahnflächen sind betroffen) und generalisierte Form (>30% der Zahnflächen sind betroffen). Des Weiteren kann die CP nach ihrer Schwere klassifiziert werden (leichte Form: 1-2 mm Attachmentverlust; moderate Form: 3-4 mm Attachmentverlust und schwere Form: ≥ 5 mm Attachmentverlust).

1.1.2 Aggressive Parodontitis

Die aggressive Parodontitis (AgP) unterscheidet sich von der CP durch ihre deutlich begrenzte Prävalenz (Albandar and Tinoco, 2002) und ihren raschen, progredienten Attachment- und Alveolarknochenverlust, bei allgemeinanamnestisch gesunden Patienten. Besonderes Merkmal ist die Diskrepanz zwischen der Menge an vorhandener Plaque und dem Ausmaß der parodontalen Destruktion. Außerdem kann eine familiäre Häufung bestehen. Zumeist manifestiert sich die AgP vor dem 30. Lebensjahr, kann sich in Einzelfällen aber auch später entwickeln. Auch bei der AgP wird zwischen lokalisierter und generalisierter Form unterschieden. Die lokalisierte AgP zeigt oftmals ein typisches Molaren-Inzisiven-Muster oder einen approximalen Attachmentverlust an ≥ 2 permanenten Zähnen, von denen einer ein 1. Molar ist. Es können zusätzlich zwei weitere Zähne befallen sein, die keine Molaren oder Inzisiven

sind. Dementsprechend spricht man von einer generalisierten AgP, sobald mehr als 3 Zähne, die nicht 1. Molaren oder Inzisiven sind, erkrankt sind.

1.2 Kieler Therapiekonzept der Parodontitisbehandlung

Die Behandlung der 325 Patienten mit chronischer und aggressiver Parodontitis erfolgte nach dem Kieler Therapiekonzept, welches in vier aufeinander aufbauende und klar inhaltlich getrennte Phasen gegliedert ist (siehe Abbildung 1).

1. Systemische Phase
2. Kausale (antiinfektiöse) Phase
3. Korrektive Phase
4. Erhaltungsphase (Unterstützende Therapiephase)

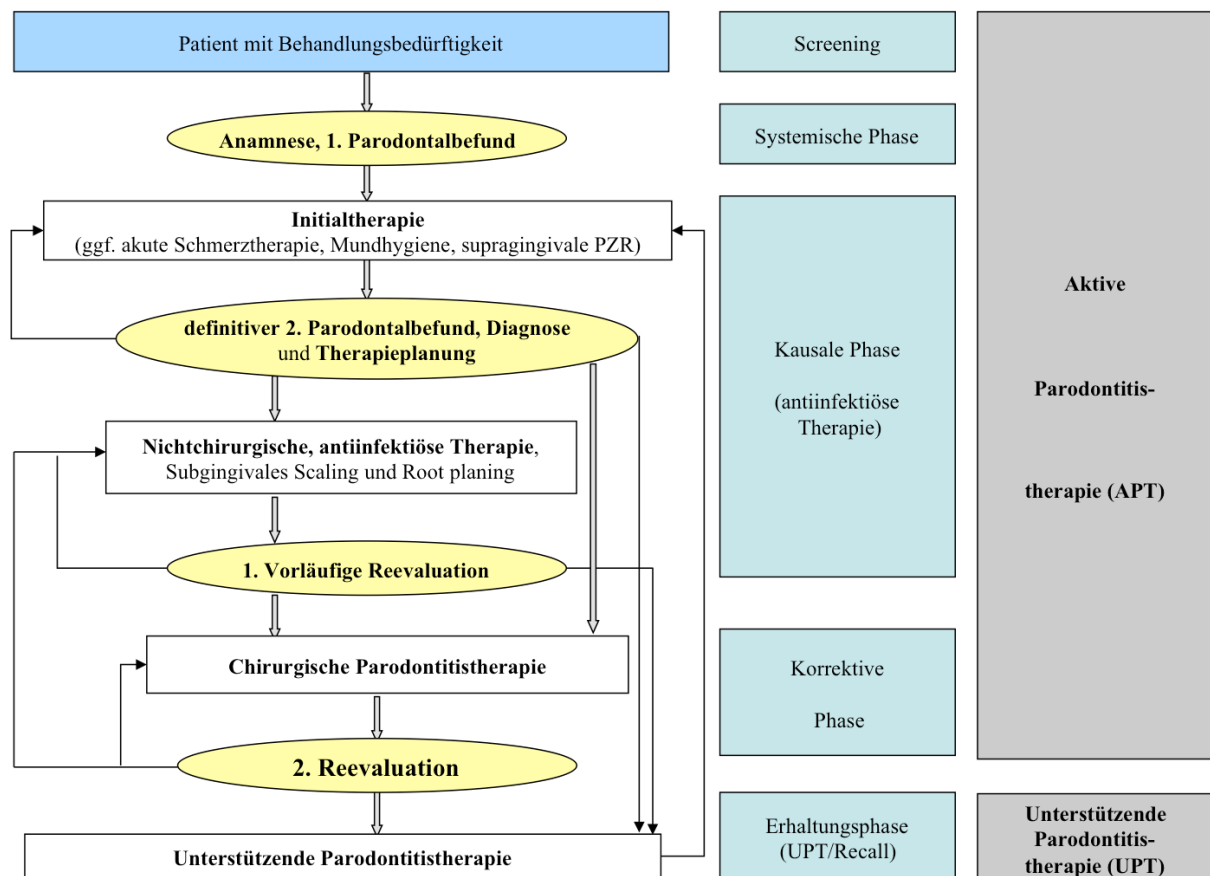


Abbildung 1: schematische Darstellung des Kieler Therapiekonzeptes zur Behandlung von chronischer Parodontitis und aggressiver Parodontitis aus dem Funktionsbereich Parodontologie der Christian-Albrechts-Universität Kiel

(Originalabbildung aus der Habilitationsschrift von PD Dr. C. Graetz)

Die aktive Parodontitistherapie umfasst die systemische Phase, die antiinfektiöse Phase und die korrektive Phase, an die sich abschließend die lebenslange unterstützende Therapiephase (UPT) angliedert.

In der vorliegenden Studie wurde die aktive Parodontitistherapie als der Zeitraum zwischen der Erstvorstellung (T0) und dem ersten postoperativen Nachuntersuchungstermin (T1) definiert, inklusive aller in dieser Zeitspanne stattgefundenen zahnärztlichen Maßnahmen. Alle folgenden Termine wurden der unterstützenden Parodontitistherapie zugeordnet (T1-T2).

1.2.1 Systemische Phase

Zu Beginn der systemischen Phase beschreibt der Patient sein Anliegen und seine subjektiven Beschwerden. Auch der Verlauf bereits stattgefundener Behandlungen wird erfragt. Außerdem werden sowohl die allgemeine als auch die spezielle Anamnese des Patienten im Hinblick auf parodontale Risikofaktoren (z.B. Rauchen, Diabetes, Stress, Familienanamnese) erhoben.

Auf die Anamnese folgend wird durch den behandelnden Zahnarzt der dentale und parodontale Befund erhoben. Der parodontale Befund beinhaltet die Messung der Sondierungstiefen (ST) an sechs Stellen pro Zahn, der Rezessionen und Suppuration, die Erhebung der Beweglichkeitsgrade aller Zähne sowie die Messung der Furkationsgrade an allen vorhandenen mehrwurzligen Zähnen (Hamp et al., 1975). Alle Zähne werden außerdem auf ihre Vitalität geprüft. Außerdem wird, falls nach rechtfertigender Indikation erforderlich, eine aktuelle Panoramaschichtaufnahme oder ein radiologischer Zahnstatus angefertigt.

1.2.2 Kausale Phase

Nach der Befundaufnahme schließt sich die Phase der kausalen Parodontitistherapie an. Diese umfasst sowohl die Initialtherapie als auch die antiinfektiöse, nicht chirurgische Phase.

Die Initialtherapie bildet die essenzielle Grundlage der Parodontalbehandlung. Ziele der Initialbehandlung sind:

- erneute umfassende Aufklärung über Ätiologie und Pathogenese der Parodontitis
- Anpassung und Verbesserung der individuellen Patientenmundhygiene, um plaquearme Verhältnisse zu schaffen

- Reduktion von marginalen Entzündungszeichen
- Beurteilung der Patientencompliance

Um diese Ziele zu erreichen wird die Initialbehandlung durch zahnmedizinisch ausgebildetes Fachpersonal (Zahnmedizinische Prophylaxeassistentin (ZMP)/Dentalhygienikerin (DH)) durchgeführt und umfasst folgende Maßnahmen:

- Motivation und Instruktion des Patienten zur optimalen Mundhygiene mithilfe von diversen Mundhygienehilfsmitteln
- Darstellen der derzeitigen Plaquesituation durch Anfärben der Plaque und Erheben eines Plaqueindex (PCR)
- Gewährleistung der Hygienefähigkeit durch Entfernung von Plaqueretentionsstellen
- Professionelle Zahnreinigung (PZR): Entfernung aller erreichbaren harten und weichen Beläge, Politur aller Zahnflächen, lokale Fluoridierung

Am Ende der Initialtherapie wird ein erneuter Parodontalbefund erhoben. Auf Grundlage dessen wird gemeinsam mit dem Patienten das weitere Vorgehen besprochen und der parodontale Heil- und Kostenplan (HKP) bei der Krankenkasse gestellt (Plagmann, 1998).

Nachdem initial die marginale Entzündung der Gingiva reduziert wurde, wird die antiinfektiöse Therapie durchgeführt. In dieser erfolgt unter Lokalanästhesie die nicht-chirurgische Bearbeitung der Wurzeloberfläche an allen ST \geq 4 mm (Scaling und Rootplanung = SRP). Mithilfe von Handinstrumenten (z.B. Gracey-Küretten) und maschinellen Scalern wird die Wurzeloberfläche systematisch von Biofilm und dessen mineralisierten Formen wie Zahnstein/Konkrementen gereinigt. An mehrwurzligen Zähnen werden zusätzlich spezielle diamantierte Schallscaleransätze zur Furkationsreinigung genutzt (Kocher and Plagmann, 1999). Bei Patienten mit einer schweren Form der Parodontitis kann im Anschluss an das subgingivale Debridement auch individuell mit einer adjuvanten systemischen Antibiotikagabe von 3x 375 mg Amoxicillin und 250 mg Metronidazol gearbeitet werden (van Winkelhoff et al., 1996).

1.2.3 Korrektive Phase

Nach circa 8-12 Wochen wird der parodontale Befund reevaluiert. Bei leichten und moderaten Erkrankungsfällen kann bereits die ausschließlich geschlossene Parodontitisbehandlung ein stabiles und adäquates Therapieergebnis erzielen (Konig et al., 2002, Matuliene et al., 2008, Graetz et al., 2011). Ein offenes chirurgisches

Vorgehen (open flap debridement = OFD) ist an Zähnen mit persistierenden ST von ≥ 6 mm nach abgeschlossener Reevaluation indiziert. Vor allem Molaren mit Furkationsbeteiligung und Zähne mit anatomischen Besonderheiten, wie z.B. Einziehungen der Wurzel oder Konvexitäten unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze, können eine Wurzeloberflächenbearbeitung unter Sicht indizieren.

Während des offenen Vorgehens erfolgt die Mobilisierung eines Zugangslappens (access flap) um den Knochendefekt darzustellen. Danach wird das Granulationsgewebe aus dem Defekt entfernt und die Wurzeloberfläche mit den bereits oben genannten Instrumenten, nun unter Sicht, gereinigt. Abschließend wird der Gingivalappen repositioniert und mit Nähten fixiert. Dieses Vorgehen kann angepasst an die individuellen morphologischen Gegebenheiten und Ziel der Maßnahme (z.B. regenerative versus resektive Maßnahme) vielfältig modifiziert werden, wie z.B. durch eine distale Keilexzision an endständigen Molaren, um Pseudotaschen zu reduzieren oder die häusliche Hygienefähigkeit bei Furkationsbeteiligung zu verbessern (Eickholz, 2013).

1.2.4 Erhaltungsphase (Unterstützende Parodontitistherapie)

Drei Monate nach Abschluss der APT wird für jeden Patienten das individuelle Parodontitisrisiko und entsprechende Intervallabfolge von 3-12 Monaten nach Lang and Tonetti (2003) im Rahmen der Reevaluation bestimmt. Während der UPT liegt das Hauptaugenmerk auf dem Langzeiterhalt der „oralen Gesundheit, das heißt der Erhalt der Integrität der parodontalen Gewebe und der Zähne durch Verhütung von Neuinfektionen und frühzeitige Bekämpfung von Reinfektionen in Resttaschen“ (Mombelli et al., 2014).

Die einzelnen UPT-Sitzungen umfassen eine zahnärztliche Untersuchung und die Erhebung der Blutungs- und Plaqueindices (GBI und PCR). Mithilfe dieser Befunde wird erneut die Mundhygiene individuell reinstruiert/-motiviert, um eine optimale häusliche Mundhygiene aufrechtzuerhalten. Im Anschluss daran erfolgt eine professionelle Zahnreinigung (PZR), bei welcher alle harten und weichen Auflagerungen entfernt werden und die Zahnoberfläche abschließend durch eine Politur geglättet wird. Röntgenaufnahmen werden in unregelmäßigen Zeitabständen nur nach Bedarf angefertigt. Einmal jährlich erfolgt die Erhebung eines vollständigen Parodontalstatus, sodass eine kontinuierliche Dokumentation einen Vergleich zu

vorhergehenden Status und die Einschätzung der Stabilität bzw. des Fortschreitens der parodontalen Destruktion ermöglicht.

Eine Reinstrumentierung ist bei pathologischen ST ab 4 mm mit Blutung auf Sondierung (BOP) und bei $ST \geq 5$ mm mit/ohne BOP indiziert, da das Risiko einer fortschreitenden parodontalen Destruktion bei Sondierungsbluten deutlich erhöht ist (Lang et al., 1986, Joss et al., 1994). Weiterführende Behandlungen, wie zum Beispiel ein chirurgisches Verfahren (mit oder ohne antibiotische Abschirmung) oder resektive Maßnahmen, werden nach individueller Indikation durchgeführt. Gleiches gilt für restaurative, endodontische oder prothetische Maßnahmen während der UPT.

1.3 Ziele und Hypothesen

Das Ziel der Studie ist, die Langzeitkosten für eine konservative Behandlung adhärenter Patienten mit moderater bis schwerer, aggressiver und chronischer Parodontitis im deutschen Gesundheitssystem zu ermitteln. Es stehen für eine retrospektive Betrachtung die Daten von 325 Patienten aus der Datenbank ParoDat zur Verfügung, welche im Zeitraum von 1982-1998 im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel in der Sektion Parodontologie behandelt wurden.

Es sollen auf Patientenebene und auf Zahnebene mögliche Parameter identifiziert werden, die Einfluss auf die Kosten der Behandlung in der UPT haben können und inwieweit eher parodontale oder nicht-parodontale Behandlungen mehr Kosten generieren.

Es wird die Hypothese aufgestellt, dass die jährlich entstehenden Behandlungskosten in der UPT sich bei verschiedenen Patientengruppen (wie z.B. jüngerer vs. älterer Patienten zu Behandlungsbeginn, aggressive vs. chronische Parodontitis) und/oder Zahnlevelparametern (wie z.B. weniger vs. mehr Zähne zu Behandlungsbeginn, höhere vs. niedrigere ST zu Behandlungsbeginn) unterscheiden. Dementsprechend wurden nach einem konsekutiven Einschlussverfahren, die nach zu untersuchenden Patienten nach Alter ($< 49/\geq 49$ Jahre), Geschlecht (m/w), Teilnahme an der UPT (regelmäßig/unregelmäßig), Anzahl der Zähne ($< 24/\geq 24$ Zähne) und Raucherstatus (Nichtraucher, ehemaliger Raucher und Raucher) gruppiert und zusätzlich folgende Zahnlevelparameter analysiert: Lokalisation der Zähne im Ober- oder Unterkiefer, maximale ST an T1 (< 5 mm/ ≥ 5 mm), Beweglichkeiten pro Zahn (Grad 1-3) und prothetische Versorgung an T0 (ja/nein).

Es sollen folgende Fragestellungen beantwortet werden:

1. Wie hoch sind die Behandlungskosten von Patienten bzw. deren Zähnen mit chronischer Parodontitis und welche Einflussfaktoren gibt es?
2. Wie hoch sind die Behandlungskosten von Patienten bzw. deren Zähnen mit aggressiver Parodontitis und welche Einflussfaktoren gibt es?
3. Gibt es Unterschiede in den Behandlungskosten zwischen Patienten mit aggressiver und chronischer Parodontitis?
4. Wie stellen sich die Behandlungskosten in Abhängigkeit von der Follow-Up-Zeit in der UPT dar?

2 Material und Methoden

2.1 Auswahl der Probandenkohorte

Es wurden zwei selektierte Kohorten von Patienten mit chronischer und aggressiver Parodontitis retrospektiv analysiert, die im Zeitraum von 1982-1998 an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel in der Sektion Parodontologie behandelt und in einer Datenbank (ParoDat, Klinik für Parodontologie, Kiel) erfasst wurden. Diese Datenbank wurde 1982 installiert und basiert auf der Datenbankplattform FileMaker, Santa Clara, CA, USA.

325 der 2564 Patienten umfassenden Datenbank der Abteilung erfüllten die Einschlusskriterien (siehe Absatz 2.3), wobei 52 Patienten auf die Kohorte der aggressiven Parodontitis und 273 Patienten auf die Kohorte der chronischen Parodontitis entfielen.

Rekrutierungsbaum

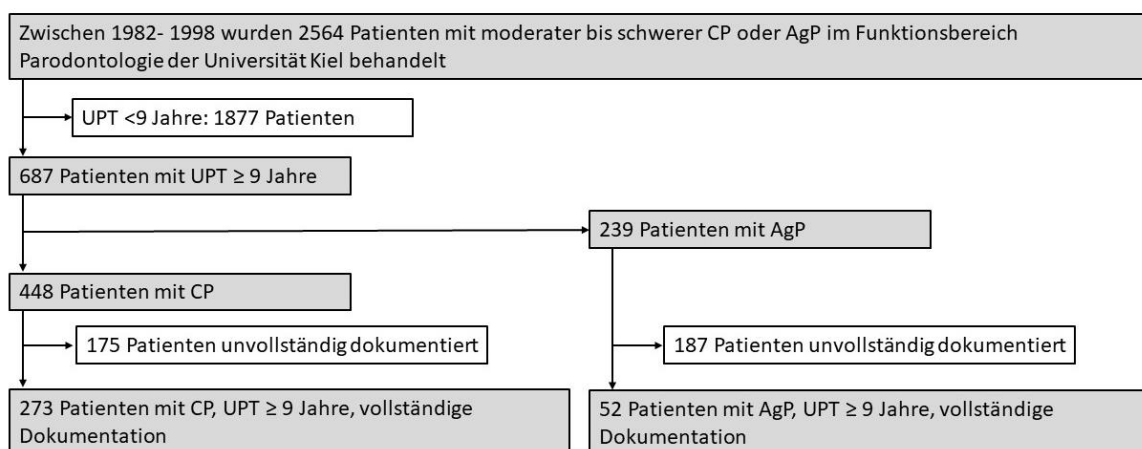


Abbildung 2: Rekrutierung der Patientenkohorten

2.2 Ethikvotum

Alle Patienten gaben ihr schriftliches Einverständnis zur Nutzung der während der Parodontaltherapie dokumentierten Daten. Die Ethikkommission der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel gab im Rahmen der longitudinalen Nachuntersuchungen ein positives Votum zur Durchführung unter dem Aktenzeichen D489/13, welches 2017 durch ein Amendement für weitere Fragestellungen ergänzt wurde (AZ: D566/17).

2.3 Ein- und Ausschlusskriterien

Um in die Studie eingeschlossen werden zu können, mussten die Patienten mehrere Kriterien erfüllen. Die regelmäßige, dem individuellen Parodontitisrisiko entsprechende Teilnahme an der UPT musste über ≥ 9 Jahre dokumentiert sein und vollständige klinische und radiologische Befunde vor der initialen Therapie (T0), nach der initialen Therapie (T1; nur klinische Befunde) und zum letzten Termin (T2) vorliegen.

2.4 Untersuchungsparameter

Basierend auf dem Confounderssetting von Graetz et al. (2017b) und Schwendicke et al. (2016a) wurden folgende Patienten- und Zahnvariablen erfasst:

- Alter, Geschlecht, Diagnose zum Zeitpunkt T0
- Raucherstatus, eingeteilt in die Kategorien Nichtraucher/ ehemaliger Raucher (> 5 Jahre rauchfrei)/ aktiver Raucher (Lang and Tonetti, 2003)
- Regelmäßigkeit der wahrgenommenen Termine. Patienten, die als regelmäßige Teilnehmer klassifiziert wurden, mussten (a) mindestens jährlich einen Termin in der Parodontologie/Zahnerhaltungskunde wahrnehmen und (b) durften ihr UPT-Intervall maximal um 100% überschreiten (Eickholz et al., 2008)
- Anzahl der an T1 vorhandenen Zähne; während der APT entfernte Zähne wurden nicht in unsere Schätzung miteinbezogen, da die Kosten für Zähne, die über einen längeren Zeitraum erhalten wurden, analysiert werden sollten; die während der APT entfernten Zähne hätten nur chirurgischen bzw. prothetische Kosten nach sich ziehen können, aber keine parodontalen
- Sondierungstiefe, gemessen an sechs Stellen pro Zahn an T1. Es wurde nur der dokumentierte maximale Wert pro Zahn genutzt und in < 5 mm und ≥ 5 mm dichotomisiert
- Beweglichkeitsgrad an T1, eingeteilt in die Grade 0- 3 nach Lindhe and Nyman (1977)
- Prothetische Versorgung an T0, definiert ob ein Zahn eine definitiv befestigte oder herausnehmbare Prothese oder Krone trägt oder keinerlei prothetische Versorgung hat. Es erfolgte während der APT keine prothetische Versorgung, sodass T0 gleich T1 entspricht.

Nicht alle Parameter wurden nach der APT (T1) erneut erhoben, da z.B. eine erneute radiologische Beurteilung innerhalb des kurzen Zeitraumes T0-T1 aus Gründen der rechtfertigenden Indikation nicht zulässig wäre. Der Raucherstatus wurde nach der

APT beibehalten, da keiner der eingeschlossenen Patienten während der APT das Rauchverhalten änderte ($T_0 = T_1$). Es ist zwar möglich, dass manche Patienten das Rauchen innerhalb des Beobachtungszeitraumes änderten, dies aber nicht immer dokumentiert wurde. Bei Patienten, deren Raucherstatus kontinuierlich dokumentiert wurde, wurde nur in seltenen Fällen eine Veränderung erfasst. Die Nachwirkung des Rauchens gehen auch bei Absetzen des Rauchens über den Beobachtungszeitraum hinaus, so dass in diesem Kontext auch kurzfristige ehemalige Raucher als Raucher klassifiziert werden.

2.5 Kostenkalkulation

Die Kosten wurden im Rahmen des deutschen Gesundheitssystems analysiert und mithilfe einer Tabelle (Excel 15.3, Microsoft, Redmond, USA) kalkuliert.

Es wurde eine gemischte gesetzlich-private Zahlerperspektive gewählt, da die Mehrheit der Deutschen (88% laut GKV Spitzenverband (2019)) über eine gesetzliche Krankenversicherung (GKV) abgesichert sind und diese einen Großteil der Zahnbehandlungen abdeckt. Nur ein Teil der Kosten wird durch die GKV nicht bezahlt und ist dementsprechend vom Patienten selbst beziehungsweise von einer privaten (Zusatz-)Krankenversicherung (PKV) zu zahlen. Darunter fallen zum Beispiel alle parodontalen Nachsorgebehandlungen in der UPT.

Alle Behandlungskosten der GKV wurden mithilfe des Bewertungsmaßstabs für Zahnärzte (BEMA), die darüberhinausgehenden Kosten mit den Positionen der Gebührenordnung für Zahnärzte (GOZ) im 2,3-fachen Satz veranschlagt (Schwendicke et al., 2014). Dabei ist zu beachten, dass die Kostendifferenz ausgehend von BEMA und GOZ begrenzt ist (Schwendicke et al., 2014). Es wurden keine Opportunitätskosten berechnet, was bedeutet, dass die ökonomischen Effekte durch den Ausfall des Patienten bei der Arbeit während der Behandlungssitzungen und die Reise- und Transportkosten der Patienten nicht einberechnet wurden.

Die Kosten in der APT wurden mithilfe der folgenden Positionen des BEMA veranschlagt: vollständiger parodontaler Sondierungsbefund an sechs Stellen pro Zahn, ein radiologischer Status, parodontale Behandlungsplanung, Anästhesie, SRP oder SRP und OFD oder die teilweise Entfernung einzelner parodontal beeinträchtigter Wurzeln. Letzteres war nur zum Erhalt einer geschlossenen Zahnreihe oder bestehenden prothetischen Restaurationen indiziert (siehe Tabelle 12 im Anhang).

Im Gegensatz dazu wurden die Kosten der UPT mithilfe der korrespondierenden Positionen der GOZ kalkuliert. Dabei wurden folgende Positionen pro Termin angesetzt: erneute eingehende Untersuchung, Reevaluation der ST an sechs Stellen pro Zahn, Erhebung der Mundhygieneindizes, Reinstruktion und Remotivation, mechanische Plaqueentfernung und Politur, antiseptische Spülung mit Chlorhexidin und Fluoridierung (siehe Tabelle 13 im Anhang). Eine radiologische Kontrolle erfolgte in unregelmäßigen Abständen und konnte dementsprechend nicht bei jedem Termin einkalkuliert werden. Sollten im Rahmen der UPT ein oder mehrere SRP, OFD oder resective Maßnahmen erfolgt sein, so wurden diese erneut durch den BEMA berechnet.

Weitere Behandlungen, die während der UPT mithilfe der BEMA kalkuliert wurden waren: endodontische Behandlungen (inklusive Röntgen, Vitalitätsprobe, Anästhesie, Kofferdam, präendodontischem Aufbau und Wurzelkanalaufbereitung sowie Wurzelfüllung), restaurative Behandlungen (inklusive Anästhesie und adhäsivem Aufbau mittels Composite) und prothetische Restaurationen (inklusive Befundung, Anästhesie, provisorische Versorgung, Laborleistungen (Material und Service) und allgemeine zahnärztliche Leistungen). Zu beachten ist, dass aus Gründen der Vereinfachung die Kosten für eine prothetische Versorgung immer so geschätzt wurden, als ob eine Einzelkrone platziert worden wäre, da sonst die Gesamtkosten für z.B. eine Brücke immer auf mehrere Zähne verteilt worden wären. Dies wurde einheitlich bei feststehendem und herausnehmbarem Zahnersatz gehandhabt (siehe Tabelle 12 im Anhang).

Die Kostenkalkulation erfolgte pro Patient und wurde auf den Zahn einheitlich nach den folgenden Regeln normalisiert. Bei der Kalkulation pro Zahn wurden alle Maßnahmen, die sich auf mehrere Zähne beziehen (z.B. die eingehende Untersuchung) durch die Anzahl der vorhandenen Zähne geteilt. Die Kosten für radiologische Leistungen wurden auf drei Zähne aufgeteilt, da dies die durchschnittliche Anzahl, der auf einem Zahnfilm abgebildeten Zähne, ist. Maßnahmen, die pro Zahn abgerechnet wurden (z.B. SRP oder eine Wurzelamputation), wurden nicht geteilt. Für die Kosten einer adjunktiven Antibiose wurden 33,07 € veranschlagt, womit die Arzneimittelkosten berücksichtigt wurden (Schwendicke et al., 2016a).

2.6 Datenmanagement und statistische Analyse

Die Kosten wurden auf jährlicher Basis kalkuliert. Während der APT extrahierte Zähne wurden nicht in die Berechnung eingeschlossen. Aus den Karteieintragungen konnten retrospektiv nicht für alle Zähne die Extraktionsindikationen ermittelt werden; es ist anzunehmen, dass ein Großteil dieser Zähne keine Indikation zur Restaurierung mehr bot.

Der Studienhorizont war begrenzt durch den Beobachtungszeitraum, da Zähne entweder extrahiert wurden (Ende des Beobachtungszeitraumes), oder den Beobachtungszeitraum vollständig abgeschlossen haben. Da die meisten Zähne auch nach Ende des Untersuchungszeitraumes noch erhalten werden konnten, zielte diese Studie nicht auf die Bewertung der Kosteneffektivität ab, sondern nur auf die Einschätzung der Kosten pro Jahr der Beobachtung.

Die Kosten wurden in Euro 2017 (€) berechnet. Zukünftige Kosten (z.B. für Behandlungen im Rahmen der UPT) wurden mit 3% pro Jahr diskontiert (IQWiG 2009).

Um sowohl die Kosten auf Zahnebene als auch auf Patientenebene bestimmen zu können, wurden zuerst die Kosten pro Zahn erhoben.

Für jeden Besuch bzw. jede Behandlung wurden diese, durch Multiplikation der Behandlungsgebühren für die genutzten Artikel mit den bereitgestellten Einheiten, geschätzt. Danach wurden die Kosten entsprechend diskontiert und summiert für die Einschätzung der Gesamtkosten. Die Kosten auf Patientenebene ergaben sich durch die Summation der Kosten pro Zahn je Patient. Die gesamten Kosten auf Patienten- und Zahnebene wurden darauffolgend auf den Zeitraum von einem Jahr umgerechnet. Assoziationen der annualisierten Behandlungskosten mit Patienten- und Zahnebenenparametern wurden mittels multivariater generalisierter linearer gemischter Modelle (mgM) evaluiert, um eine Zahn-Subjekt bezogene Korrelationsstruktur zu erhalten.

Es wurden drei Modelle konstruiert:

1. Patientenebene-Parameter mit Patientenebene-Kosten
2. Patientenebene- und Zahnebenenparameter mit Kosten auf Zahnebene
3. Patientenebene- und Zahnebenenparameter mit jährlichen Kosten auf Zahnebene und dem Beobachtungszeitraum als Covariate.

Zur statistischen Auswertung wurde das Programm SPSS 22 (IBM, Armonk, USA) verwendet.

3 Ergebnisse

3.1 Beschreibung der untersuchten Patientenkohorte

Es handelt sich um eine selektierte, retrospektiv untersuchte Patientenkohorte des Funktionsbereichs Parodontologie in der Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie aus dem Zeitraum 1982-1998. Insgesamt konnten 325 Patienten (135 männlich, 190 weiblich) in die Untersuchung eingeschlossen werden. 273 Patienten wurden der Kohorte der chronischen Parodontitis zugeordnet, 52 Patienten der Kohorte der aggressiven Parodontitis. Zu Beginn der UPT (T1) waren die CP-Patienten im Schnitt $49,6 \pm 8,8$ Jahre, die AgP- Patienten $35,2 \pm 6,8$ Jahre alt. Alle Patienten hatten ein permanentes Gebiss, wobei bei CP- Patienten $24,3 \pm 4,5$ Zähne zum Zeitpunkt T1 in situ waren und bei den AgP- Patienten $26,5 \pm 4,0$ Zähne.

Populationsdaten

		AgP		CP	
Parameter auf Patientenebene					
Durchschnittliches Alter zum Zeitpunkt T0 (MW \pm SD)		35,2 \pm 6,8		49,6 \pm 8,8	
Anzahl Patienten		52		273	
Anzahl Patienten nach Alter an T0		< 34 J.	20	< 49 J.	150
		\geq 34 J.	32	\geq 49 J.	123
Geschlecht	Männlich	22		113	
	Weiblich	30		160	
Teilnahme/ Anwesenheit	Regelmäßig	52		207	
	Unregelmäßig	0		66	
Anzahl der Zähne	< 24	18		179	
	\geq 24	34		94	
Raucherstatus	Nichtraucher	28		180	
	Ehemalige Raucher	9		67	
	Raucher	15		26	
Parameter auf Zahnebene					
Zähne in Kiefer	Oberkiefer	572		3351	
	Unterkiefer	649		3041	
Maximale ST an T1	<5mm	374		2913	
	\geq 5mm	847		3479	
Beweglichkeiten / pro Zahn	0	1129		1243	
	1	69		198	
	2	14		42	

	3	9	24
Furkationsgrad an T0	0	103	---
	1	118	---
	2	75	---
	3	35	---
Knochenverlust an T0	<25%	360	---
	25%- 50 %	403	---
	50%- 70%	366	---
	>70%	92	---
Periapikale Läsion	Nicht vorhanden	1207	---
	vorhanden	14	---
Prothetische Versorgung an T0	Ja	34	371
	Nein	1187	6021

Tabelle 1: Übersicht der Daten der nachuntersuchten Probandenkohorte.

Beobachtungszeiträume

		AgP		CP	
Parameter auf Patientenebene					
Anzahl Patienten nach Alter an T0		< 34 J.	17,7±4,3	< 49 J.	20,8±5,8
		≥ 34 J.	16,4±5,8	≥ 49 J.	16,4±4,7
Geschlecht	Männlich	17,2 ± 4,9		19,7 ± 5,5	
	Weiblich	16,7 ± 5,8		18,2 ± 5,4	
Teilnahme/ Anwesenheit	Regelmäßig	16,9 ± 5,4		18,0 ± 5,7	
	Unregelmäßig	---		21,3 ± 5,0	
Anzahl der Zähne	< 24	15,9 ± 5,1		17,9 ± 5,9	
	≥ 24	17,3 ± 5,5		19,1 ± 5,1	
Raucherstatus	Nichtraucher	17,7 ± 5,7		19,0 ± 5,5	
	Ehemalige Raucher	16,9 ± 5,4		18,7 ± 5,1	
	Raucher	15,1 ± 4,3		18,0 ± 4,9	
Parameter auf Zahnebene					
Kiefer	OK	16,7 ± 5,4		18,8 ± 5,5	
	UK	17,1 ± 5,4		18,9 ± 5,5	
Maximale ST an T1	< 5mm	17,5 ± 4,7		19,1 ± 5,6	
	≥ 5mm	16,6 ± 5,7		18,6 ± 5,4	
Beweglichkeit	0	16,4 ± 5,3		18,8 ± 5,7	
	1	16,6 ± 5,7		19,3 ± 5,9	
	2	17,5 ± 9,0		20,9 ± 4,9	
	3	7,7 ± 6,8		17,0 ± 2,9	
Furkationsgrad an T0	0	17,1 ± 5,7		---	
	1	16,1 ± 5,0		---	

	2	15,8 ± 6,8	---
	3	15,0 ± 7,0	---
Knochenverlust an T0	<25%	17,6 ± 4,8	---
	25%- 50%	17,4 ± 5,1	---
	50%- 70%	16,7 ± 5,7	---
	>70%	14,7 ± 7,2	---
Periapikale Läsion an T0	Nicht vorhanden	16,3 ± 5,9	---
	vorhanden	15,7 ± 4,5	---
Prothetische Versorgung an T0	Ja	15,5 ± 5,2	18,4 ± 4,9
	Nein	17,0 ± 5,4	18,9 ± 5,7

Tabelle 2: Übersicht der Beobachtungszeiträume der Probanden- und Zahnmerkmale in MW ± SD angegeben in Jahren

3.2 Chronische Parodontitis

In der Kohorte der CP wurden 89 Patienten (32,6%) von insgesamt 273 Patienten ausschließlich mit subgingivalem Debridement ohne eine offene Therapie in der APT behandelt. 29 Patienten (10,6%) erhielten zusätzlich eine systemische Antibiose, wobei 15 Patienten (5,5%) diese in der APT, 10 Patienten (3,7%) während der UPT und 4 Patienten (1,5%) diese sowohl in der APT als auch in der UPT bekamen. Während der APT wurden $1,2 \pm 0,6$ Zähne pro Patient extrahiert (insgesamt 240 Zähne), mit einer Gesamtzahl an Zähnen zu T1 von 6392. Während der UPT konnten 647 Zähne nicht erhalten werden, dementsprechend verringert sich die Gesamtanzahl der Zähne an T2 auf 5745. Die Sondierungstiefen der untersuchten Zähne sanken während der APT von $5,3 \pm 2,1$ mm (T0) auf $3,4 \pm 1,1$ mm (T1) und $3,4 \pm 1,1$ mm (T2).

Beobachtungszeiträume der untersuchten Zähne

In Tabelle 2 sind die Beobachtungszeiträume der untersuchten Zähne aufgegliedert nach den verschiedenen Subgruppen der Patienten bzw. Zähne. Die Beobachtungszeiträume waren kürzer bei älteren (49 Jahre und älter) und Patienten mit weniger Zähnen (< 24 Zähne an T1). Auf Zahnebene zeigten Zähne mit erhöhten ST (≥ 5 mm) an T1 und Zähne mit Beweglichkeitsgrad 3 an T1 deutlich kürzere Beobachtungszeiträume.

Gesamtkosten der Therapie

Die Gesamtkosten der Behandlung pro Patient betragen 6164 ± 2236 €, beziehungsweise 222 ± 98 € pro Zahn. Die Kosten der APT betragen 525 ± 227 € pro Patient und 19 ± 17 € pro Zahn. Dementsprechend betrug der Anteil der Kosten für die

APT an den Gesamtkosten, der aus der Kieler Einrichtung über 16 Jahre rekrutierten Patienten 9%. Die jährlichen Gesamtkosten aller zahnärztlichen Leistungen betrugen 348 ± 159 € pro Patient und $12,4 \pm 5,7$ € pro Zahn. Die jährlichen Kosten, die für die parodontale Behandlung aufgewendet wurden, betrugen pro Patient 301 ± 99 € und $10,7 \pm 3,6$ € pro Zahn.

Behandlungskosten bei verschiedenen Patientengruppen und Zähnen

Tabelle 3 zeigt die jährlichen gesamten und parodontalen Kosten auf Patientenebene, aufgeteilt in verschiedene Patientengruppen. Die Unterschiede bei den unterschiedlichen Populationsgruppen waren insgesamt begrenzt. Zum Beispiel zeigten ältere Patienten generell etwas höhere Gesamtkosten; vor allem aufgrund höherer parodontaler Behandlungskosten. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Patienten festgestellt werden. Weibliche Patienten neigten zu höheren parodontalen Kosten, wobei männliche Patienten höhere nicht-parodontal bedingte Kosten generierten. Auch auf Zahnebene zeigten sich nur begrenzte Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen (siehe Tabelle 4).

Parameter		N (%)	Gesamte Behandlungskosten pro Jahr	Parodontale Behandlungskosten pro Jahr
Patientenalter an T0	<49	150 (55)	319 ± 166	281 ± 89
	≥ 49	123 (45)	383 ± 148	323 ± 92
Geschlecht	Männlich	113 (41)	343 ± 145	292 ± 99
	Weiblich	160 (59)	351 ± 152	305 ± 88
Teinahme/Anwesenheit	Regelmäßig	207 (76)	359 ± 159	312 ± 96
	unregelmäßig	66 (24)	312 ± 157	263 ± 76
Anzahl der Zähne	< 24	94 (34)	365 ± 160	321 ± 93
	≥ 24	179 (66)	339 ± 157	294 ± 77
Raucherstatus	Nichtraucher	180 (66)	345 ± 152	298 ± 97

	Ehemaliger Raucher	67 (25)	351 ± 160	298 ± 87
	Raucher	26 (9)	360 ± 178	311 ± 98

Tabelle 3: Übersicht der gesamten und parodontalen Behandlungskosten bei chronischer Parodontitis pro Jahr in MW ± SD angegeben in Euro aufgeschlüsselt nach den Probandenmerkmalen. N: Anzahl der Patienten.

Parameter		N (%)	Gesamte Behandlungskosten pro Jahr	Parodontale Behandlungskosten pro Jahr
Patientenalter an T0	<49	3608 (51)	11,3 ± 6,3	10,3 ± 3,2
	≥49	2784 (49)	13,8 ± 6,4	11,3 ± 3,8
Geschlecht	Männlich	2657 (41)	12,2 ± 5,9	10,5 ± 3,3
	Weiblich	3735 (59)	12,5 ± 5,9	10,9 ± 4,0
Teilnahme/Anwesenheit	Regelmäßig	4848 (76)	12,8 ± 5,8	11,0 ± 3,2
	Unregelmäßig	1544 (24)	11,0 ± 5,2	9,8 ± 3,7
Anzahl der Zähne	< 24	1737 (29)	13,2 ± 6,2	10,7 ± 4,0
	≥ 24	4655 (71)	12,1 ± 5,8	10,7 ± 3,0
Raucherstatus an T0	Nichtraucher	4197 (65)	12,3 ± 6,0	10,5 ± 3,8
	Ehemaliger Raucher	1581 (25)	12,4 ± 5,2	11,0 ± 3,1
	Raucher	614 (10)	13,0 ± 5,9	11,0 ± 3,0
Kiefer	OK	2251 (52)	12,3 ± 5,7	10,7 ± 3,8
	UK	3041 (48)	12,4 ± 5,9	10,8 ± 3,3
Maximale Sondierungstiefe an T1	< 5 mm	2913 (42)	11,3 ± 5,8	10,3 ± 3,5
	≥ 5 mm	3479 (58)	13,3 ± 6,1	11,5 ± 3,9
Beweglichkeit an T1	0	1243 (80)	12,5 ± 6,0	10,9 ± 3,7
	1	198 (15)	14,3 ± 6,0	11,5 ± 4,6
	2	42 (3)	14,8 ± 5,9	11,4 ± 4,0
	3	24 (2)	17,3 ± 5,8	12,0 ± 4,1
Prothetische Versorgung	Ja	371 (6)	13,9 ± 5,9	11,3 ± 3,9
	Nein	6021 (9)	12,8 ± 5,5	11,0 ± 3,9

Tabelle 4: Übersicht der gesamten und parodontalen Behandlungskosten bei chronischer Parodontitis pro Jahr in MW ± SD angegeben in Euro aufgeschlüsselt nach den Zahnmerkmalen. N: Anzahl der Patienten.

Behandlungskosten bei unterschiedlicher Beobachtungszeit

Abbildung 4 zeigt die jährlichen Kosten pro Zahn gemäß der Beobachtungszeiträume der einzelnen Zähne. Höhere Kosten entstanden bei Zähnen, die über 4-12 Jahre der UPT nachverfolgt wurden und geringer bei Zähnen, die länger nachuntersucht wurden.

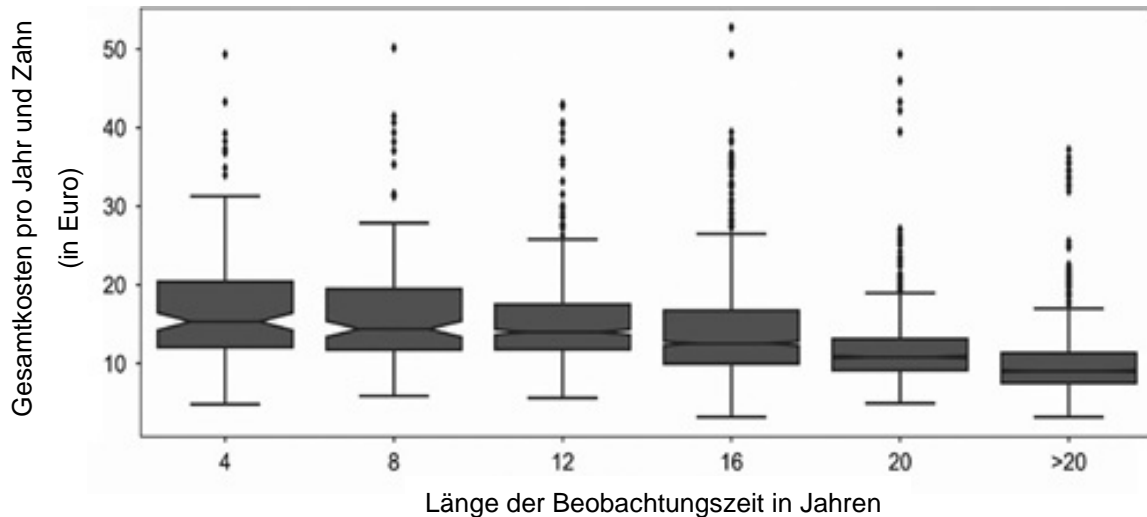


Abbildung 4: Darstellung der jährlichen Kosten auf Zahnebene für Zähne, die über verschiedene Zeiträume nachuntersucht werden konnten. Linie und Box: Median und 25/ 75 Perzentile; Whisker: Werte innerhalb des 1,0- 1,5fachen des Interquartilbereichs; Punkte: Ausreißer

Einflussfaktoren auf die jährlichen Behandlungskosten

Zur Analyse der Zusammenhänge zwischen Einflussfaktoren und jährlichen Kosten wurde ein mgM genutzt. In Tabelle 5 sind diese Assoziationen zwischen Patientenebenenparametern und jährlichen Kosten auf Patientenebene dargestellt. Jährlich wurden signifikant höhere Kosten durch ältere Patienten generiert (im Durchschnitt (95% CI): 61€ (23/99)). Tabelle 6 zeigt Zusammenhänge zwischen Patienten- und Zahnebene-Parameter sowie jährlichen Behandlungskosten auf Zahnebene. Dabei zeigten Patienten, die 49 Jahre und älter waren, signifikant höhere jährliche Behandlungskosten (durchschnittliche Differenz (95% CI): 2,5 € pro Jahr und Zahn (2,3/2,8)). Patienten, die nicht regelmäßig zur UPT erschienen, generierten weniger Kosten (-1,4€ (-1,7/-1,0)), wobei Patienten mit weniger als 24 Zähnen signifikant höhere Kosten erzeugten (0,6€ (0,1/1,0)). Die größte Kostenzunahme zeigte sich bei Zähnen mit ST \geq 5 mm (2,0€ (1,7/2,3)) und Beweglichkeitsgrad 3 (3,3€ (0,9/5,5)). Die einbezogenen Einflussfaktoren Geschlecht, Raucherstatus, Zahnart, prothetische Versorgung und die Lage der Zähne im Ober- oder Unterkiefer traten nicht signifikant im berechneten mgM hervor.

Tabelle 7 zeigt die Assoziationen zwischen Patienten- und Zahnebene-Parametern und jährlichen Kosten auf Zahnebene in Euro mit der Länge des Beobachtungszeitraumes (in Monaten) als Covariate. Wie auch in Abbildung 4 dargestellt, war eine signifikante Abnahme der jährlichen Kosten über den nachuntersuchten Zeitraum feststellbar, wobei das Ausmaß dieser Assoziation gering war (im Durchschnitt wurde eine Abnahme der jährlichen Kosten pro weiterem Jahr der Beobachtung um 0,04€ festgestellt). Das Alter der Patienten, die Teilnahme an der UPT und die ST blieben weiterhin signifikant ($p < 0,05$) im Zusammenhang mit der Beobachtungszeit. Die Anzahl, sowie die Beweglichkeit der Zähne, war dagegen unter Einbeziehung des Beobachtungszeitraums nicht mehr signifikant. Stattdessen trat nun die Lokalisation im Ober- oder Unterkiefer ebenso wie die Zahnart signifikant assoziiert hervor: Es zeigten sich höhere Kosten bei Zähnen im Unterkiefer (0,4€ (0,3/0,6)) und bei Molaren (0,4€ (0,3/0,7)).

Parameter		N (%)	Mittelwertdifferenz (95% CI)	p-Wert
Patientenalter an T0	<49	3608 (51)	Ref.	<0,001
	≥49	2784 (49)	2,5 (2,3/2,8)	
Geschlecht	Männlich	2657 (41)	Ref.	0,469
	Weiblich	3735 (59)	0,2 (-0,4/0,9)	
Teilnahme/ Anwesenheit	Regelmäßig	3735 (76)	Ref.	<0,001
	Unregelmäßig	1544 (24)	-1,4 (-1,7/-1,0)	
Anzahl der Zähne an T1	≥ 24	4655 (71)	Ref.	0,042
	< 24	1737 (29)	0,6 (0,1/1,0)	
Raucherstatus an T0	Nichtraucher	4197 (65)	Ref.	0,959
	Ehemaliger Raucher	1581 (25)	0,1 (-0,7/0,6)	0,308
	Raucher	614 (10)	0,9 (-0,4/1,3)	
Zähne in Kiefer	Oberkiefer	3351 (52)	Ref.	0,788
	Unterkiefer	3041 (48)	-0,1 (-0,4/0,2)	
Maximale ST an T1	< 5 mm	2913 (42)	Ref.	<0,001
	≥ 5 mm	3041 (48)	2,0 (1,7/2,3)	
Beweglichkeit an T1	0	1243 (80)	Ref.	0,011 0,158 0,005
	1	198 (15)	1,1 (0,3/2,0)	
	2	42 (3)	1,3 (-0,5/3,0)	
	3	24 (2)	3,3 (0,9/5,5)	
Zahnart (Molar)	Nein	4655 (72)	Ref.	0,754
	Ja	1737 (28)	0,5 (-0,2/1,2)	

Prothetische Versorgung an T0	Nicht vorhanden	6021 (94)	Ref.	0,687
	vorhanden	371 (6)	0,12 (-0,5/0,7)	

Tabelle 5: Assoziationen zwischen Patienten und Zahnebene Variablen und jährlichen Kosten auf Zahnebene in Euro. Es wurden multivariate generalisierte lineare gemischte Modelle verwendet. Signifikante Assoziationen ($p < 0,05$) sind hervorgehoben. N: Anzahl der Patienten.

Parameter		N (%)	Mittelwertdifferenz (95% CI)	p- Wert
Patientenalter an T0	< 49	150 (55)	Ref.	0,002
	≥ 49	123 (45)	61 (23/99)	
Geschlecht	Männlich	113 (41)	Ref.	0,533
	weiblich	160 (59)	12 (-26/51)	
Teilnahme	Regelmäßig	207 (76)	Ref.	0,071
	unregelmäßig	66 (24)	-39 (-83/3)	
Anzahl der Zähne an T1	< 24	94 (34)	18 (-21/56)	0,369
	≥ 24	179 (66)	Ref.	
Raucherstatus an T0	Nichtraucher	180 (66)	Ref.	0,410
	Ehemaliger Raucher	67 (25)	32 (-35/58)	
	Raucher	26 (9)	27 (-37/91)	0,636
	Raucher	26 (9)	27 (-37/91)	

Tabelle 6: Assoziationen zwischen Variablen auf Patientenebene und jährlichen Kosten auf Patientenebene in Euro. Es wurden multivariate generalisierte lineare gemischte Modelle verwendet. Signifikante Assoziationen ($p < 0,05$) sind hervorgehoben. N: Anzahl der Patienten.

Parameter		N (%)	Mittelwertdifferenz (95% CI)	p-Wert
Patientenalter an T0	< 49	3608 (51)	Ref.	0,010
	≥ 49	2784 (49)	2,3 (0,9/3,7)	
Geschlecht	Männlich	2657 (41)	Ref.	0,611
	Weiblich	3735 (59)	0,4 (-1,0/1,9)	
Teilnahme	Regelmäßig	3735 (78)	Ref.	0,021
	Unregelmäßig	1544 (22)	-2,1 (-3,7/-0,5)	
Zahnanzahl an T1	≥ 24	4509 (59)	Ref.	0,094
	< 24	3108 (41)	1,3 (-0,2/2,7)	
Raucherstatus an T0	Nichtraucher	4620 (71)	Ref.	0,840
	Ehemaliger Raucher	1722 (29)	-0,2 (-2,1/2,6)	
	Raucher	1722 (29)	-0,2 (-2,1/2,6)	

	Raucher	614 (10)	0,2 (-1,9/1,5)	0,814
Zähne in Kiefer	Oberkiefer	4197 (65)	Ref.	<0,001
	Unterkiefer	1581 (25)	0,4 (0,3/0,6)	
Max ST an T1	< 5 mm	3351 (52)	Ref.	0,002
	≥ 5 mm	3041 (48)	0,4 (0,1/0,7)	
Beweglichkeit an T0	0	1243 (80)	Ref.	0,410 0,267 0,076
	1	198 (15)	0,1 (-0,2/0,5)	
	2	42 (3)	-0,4 (-1,0/0,3)	
	3	24 (2)	0,8 (-0,1/1,6)	
Molar	Nein	4655 (72)	Ref.	<0,001
	Ja	1737 (28)	0,4 (0,3/0,7)	
Prothetische Versorgung an T0	Nicht vorhanden	6021 (94)	Ref.	0,107
	vorhanden	371 (6)	-0,28 (-0,5/0,1)	

Tabelle 7: Assoziation zwischen Patienten- und Zahnebenenparametern und jährlichen Kosten auf Zahnebene in Euro mit der Beobachtungszeit (in Monaten) als Covariate. Multivariate generalisierte lineare gemischte Modelle wurden angewandt. Signifikante Assoziationen ($p < 0,05$) wurden hervorgehoben. N: Anzahl der Zähne.

3.3 Aggressive Parodontitis

In der Kohorte der AgP wurden zwei Patienten ausschließlich mit einem subgingivalen Debridement behandelt und 50 Patienten erhielten nach Abschluss der nicht-chirurgischen Behandlung ein OFD. 12 Patienten (23%) wurden zusätzlich einer systemischen Antibiose unterzogen, die sie sowohl in der APT als auch in der UPT erhielten.

Pro Patient wurden $1,8 \pm 1,5$ Zähne während der APT entfernt, was einer Gesamtzahl von 96 Zähnen entspricht. Insgesamt waren 1221 Zähne zum Zeitpunkt T0 in situ. Die Sondierungstiefen aller untersuchten Zähne sanken während der APT von $6,2 \pm 2,3$ mm (T0) auf $3,6 \pm 1,2$ mm (T1).

Beobachtungszeiträume der untersuchten Zähne

In Tabelle 2 sind die Beobachtungszeiträume der untersuchten Zähne aufgedeutet nach den verschiedenen Subgruppen der Patienten bzw. Zähne. Die Beobachtungszeiträume waren kürzer bei älteren (≥ 34 Jahre), ebenso wie bei Patienten mit weniger Zähnen (< 24 Zähne) und Rauchern. Auf Zahnebene zeigten Zähne mit erhöhten Sondierungstiefen (≥ 5 mm), Zähne mit Beweglichkeitsgrad 3, Molaren mit Furkationsbeteiligung (vor allem Furkationsbeteiligung Grad III) Zähne mit

Knochenverlust von > 70%, periapikalen Läsionen und bereits vorhandenen prothetischen Restaurationen deutlich kürzere Beobachtungszeiträume.

Gesamtkosten der Therapie

Die durchschnittlichen Gesamtkosten der Therapie pro Patient betragen 6998 ± 3807 € beziehungsweise pro Zahn 267 ± 148 €. Die jährlich aufgewendeten Kosten betragen 536 ± 209 € pro Patient und $20,1 \pm 65,0$ € pro Zahn. Die Kosten, welche für die APT aufgewendet werden mussten, betragen 936 ± 465 € pro Patient und $33,6 \pm 25,4$ € pro Zahn, entsprechend 13% der Gesamtkosten.

Parameter		N (%)	Gesamte Behandlungskosten pro Jahr je Proband	Parodontale Behandlungskosten pro Jahr je Proband
Patientenalter an T0	< 34	20 (38)	327 ± 107	311 ± 102
	≥ 34	32 (62)	671 ± 656	518 ± 580
Geschlecht	männlich	22 (42)	515 ± 374	392 ± 293
	weiblich	30 (58)	552 ± 644	471 ± 565
Anzahl der Zähne an T1	< 24	18 (35)	758 ± 801	557 ± 722
	≥ 24	34 (65)	415 ± 268	372 ± 220
Raucherstatus an T0	Nichtraucher	28 (54)	455 ± 349	379 ± 293
	Ehemaliger Raucher	9 (17)	448 ± 291	384 ± 215
	Raucher	15 (29)	855 ± 863	587 ± 769

Tabelle 8: Übersicht der gesamten und parodontalen Behandlungskosten bei aggressiver Parodontitis pro Jahr in MW ± SD angegeben in Euro aufgeschlüsselt nach den Probandenmerkmalen. N: Anzahl der Patienten.

Behandlungskosten bei verschiedenen Patientengruppen

Tabelle 8 zeigt die gesamten und parodontalen jährlichen Kosten auf Patientenebene, aufgeteilt in verschiedenen Untergruppen der Patienten. Ältere Patienten generierten in der Regel höhere jährliche Gesamtkosten ($671€ \pm 656€$), ebenso wie weibliche Patienten ($552€ \pm 644€$). Die Daten zeigen, dass die Parodontaltherapie bei weiblichen Patienten teurer ($471€ \pm 565€$) war als bei männlichen Patienten ($392€ \pm 293€$), wobei aber die Differenz zu den Gesamtkosten geringer war. Dementsprechend generierten männliche Patienten höhere nicht-parodontalbedingte Kosten. Eine deutliche Differenz konnte zwischen Patienten mit weniger als 24 Zähnen ($758€ \pm 801€$) und Patienten mit mindestens oder mehr als 24 Zähnen ($415€ \pm 268€$) nachgewiesen werden. Bei

Rauchern (855€ ± 863€) waren die Kosten erheblich höher als bei ehemaligen (448€ ± 291€) oder Nichtrauchern (455€ ± 349€).

Behandlungskosten bei verschiedenen Zahngruppen

Tabelle 9 zeigt die Behandlungskosten auf Zahnebene. Diese waren bei älteren Patienten (25,7 ± 84,8 €), ebenso wie bei männlichen Patienten (21,7 ± 74,9€) höher. Auch verursachten Patienten mit weniger als 24 Zähnen (35,5 ± 123,3 €) und Raucher (25,2 ± 76,1 €) mehr Kosten. Ebenso waren die Kosten bei Zähnen im Unterkiefer (21,5 ± 81,6 €) und Molaren mit Furkationsbeteiligung (Grad II: 26,0 ± 53,9 €) höher. Gerade bei Zähnen, die einen Beweglichkeitsgrad 1 zeigten, waren die Kosten besonders hoch, wohingegen Zähne mit Beweglichkeitsgrad 2 und 3 weniger Kosten (parodontal- und nicht-parodontal-bedingt) generierten. Besonders hohe Kosten entstanden bei Zähnen mit einem Knochenverlust von 50%-70% (31,2 ± 117,1 €), wobei die Kosten bei Zähnen mit einem Knochenverlust von >70% wieder sanken (20,0 ± 17,7 €), aber immer noch höher als bei einem Knochenverlust von <25% (13,8 ± 24,2 €) und 25%-50% (15,0 ± 11,6 €) waren. Bei bereits prothetisch versorgten Zähnen entstanden höhere Kosten als bei nicht-prothetisch versorgten Zähnen zum Zeitpunkt T1.

Parameter		N (%)	Gesamte Behandlungs- kosten pro Jahr	Parodontale Behandlungskosten pro Jahr
Patientenalter an T0	< 34	504 (41)	12,6 ± 9,3	12,0 ± 8,2
	≥ 34	717 (59)	25,7 ± 84,8	20,5 ± 71,7
Geschlecht	Männlich	512 (42)	21,7 ± 74,9	17,0 ± 61,3
	weiblich	709 (58)	19,0 ± 56,4	16,9 ± 49,5
Anzahl der Zähne	< 24	323 (26)	35,5 ± 123,3	26,3 ± 105,2
	≥ 24	898 (74)	15,8 ± 31,9	14,2 ± 26,5
Raucherstatus an T0	Nichtraucher	695 (57)	18,0 ± 65,3	15,2 ± 54,6
	Ehemaliger Raucher	204 (17)	20,6 ± 40,3	17,7 ± 31,0
	Raucher	322 (26)	25,2 ± 76,1	20,4 ± 66,3
Kiefer	OK	572 (47)	18,6 ± 37,3	16,2 ± 32,0
	UK	649 (53)	21,5 ± 81,6	17,5 ± 68,3
Maximale Sondierungstie- fe an T1	< 5 mm	374 (31)	14,6 ± 19,5	12,4 ± 16,5
	≥ 5 mm	847 (69)	22,6 ± 76,9	18,9 ± 65,0
Beweglichkeit an T1	0	1129 (92)	19,6 ± 38,4	16,5 ± 30,7
	1	69 (6)	28,4 ± 48,0	22,7 ± 36,4

	2	14 (1)	10,4 ± 2,0	9,5 ± 1,9
	3	9 (1)	14,3 ± 2,2	13,4 ± 1,6
Furkationsbetheiligung an T0	0	103	15,0 ± 38,1	13,9 ± 32,7
	I	118	23,0 ± 35,2	18,3 ± 26,0
	II	75	26,0 ± 53,9	21,8 ± 42,0
	III	35	20,2 ± 15,4	15,6 ± 10,5
Knochenverlust an T0	< 25%	360 (29)	13,8 ± 24,2	11,9 ± 19,8
	25%- 50%	403 (33)	15,0 ± 11,6	12,1 ± 6,39
	50%- 70%	366 (30)	31,2 ± 117,1	26,1 ± 99,0
	> 70%	92 (8)	20,0 ± 17,7	16,9 ± 14,6
Periapikale Läsionen an T0	Nicht vorhanden	1207 (99)	21,3 ± 41,3	17,7 ± 35,5
	vorhanden	14 (1)	13,9 ± 6,0	13,7 ± 1,1
Prothetische Versorgung	Ja	34 (3)	21,8 ± 14,6	15,0 ± 5,2
	Nein	1187 (97)	20,1 ± 65,8	17,0 ± 55,9

Tabelle 9: Übersicht der gesamten und parodontalen Behandlungskosten bei aggressiver Parodontitis pro Jahr in MW ± SD angegeben in Euro aufgeschlüsselt nach den Zahnmerkmalen. N: Anzahl der Patienten.

Einflussfaktoren auf die jährlichen Behandlungskosten

Es wurden ebenso wie bei der Auswertung der Daten der chronischen Parodontitis ein mgM genutzt, um Zusammenhänge zwischen bestimmten Einflussfaktoren und den jährlichen Kosten herzustellen. In Tabelle 10 sind die Zusammenhänge zwischen Parametern auf Patientenebene und der jährlichen Kosten auf Patientenebene dargestellt. Es wurden keine signifikanten Zusammenhänge gefunden.

Tabelle 11 zeigt die Assoziationen von Parametern auf Patienten- und Zahnebene in Bezug auf die auf Zahnebene entstandenen jährlichen Kosten.

Signifikant höhere Kosten wurden bei Patienten, die 34 Jahre und älter waren, festgestellt (der durchschnittliche Unterschied lag bei 0,28 € pro Jahr und Zahn (95% CI: 0,13/0,44)). Weibliche Patienten zeigten geringere Kosten (-0,27 € (-0,42/-0,12)). Außerdem konnte ein deutlicher Kostenanstieg bei Rauchern und ehemaligen Rauchern gegenüber Nichtrauchern gezeigt werden (durchschnittliche Unterschiede lagen bei 0,49 € beziehungsweise bei 0,18 €). Zähne mit Furkationsgrad II und III verursachten deutlich höhere Kosten (0,35 € (0,10/0,59) / 0,35 € (0,11/0,58)) als Zähne mit einem Knochenabbau von 50%-70% (0,31 € (0,07/0,055)).

Parameter		N (%)	Mittelwertdifferenz (95% CI)	p- Wert
Patientenalter an T0	< 34	20 (38)	Ref.	0,072
	≥ 34	32 (62)	124(-11,8/261)	
Geschlecht	Männlich	22 (42)	Ref.	0,134
	Weiblich	30 (58)	-106(-246/34,5)	
Anzahl der Zähne an T1	< 24	18 (35)	102 (-87/293)	0,278
	≥ 24	34 (65)	Ref.	
Raucherstatus an T0	Nichtraucher	28 (54)	Ref.	0,535
	Ehemaliger Raucher	9 (17)	64,8 (-145/275)	
	Raucher	15 (29)	44,3 (-135/223)	

Tabelle 10: Assoziationen zwischen Variablen auf Patientenebene und jährlichen Kosten auf Patientenebene in Euro bei aggressiver Parodontitis. Es wurden multivariate generalisierte lineare gemischte Modelle verwendet. Es wurden keine signifikanten Assoziationen festgestellt. N: Anzahl der Patienten.

Parameter		N (%)	Mittelwertdifferenz (95% CI)	p-Wert
Patientenalter an T0	< 34	504 (41)	Ref.	<0,001
	≥ 34	717 (59)	0,28 (0,13/0,44)	
Geschlecht	Männlich	512 (42)	Ref.	<0,001
	Weiblich	709 (58)	-0,27 (-0,42/-0,12)	
Anzahl der Zähne an T1	≥ 24	323 (26)	Ref.	0,044
	< 24	898 (74)	0,22 (-0,06/0,44/)	
Raucherstatus an T0	Nichtraucher	695 (57)	Ref.	<0,001
	Ehemaliger Raucher	204 (17)	0,49 (0,26/0,72)	
	Raucher	322 (26)	0,18 (0,01/0,38)	
Zähne in Kiefer	Oberkiefer	572 (47)	Ref.	0,212
	Unterkiefer	649 (53)	-0,09 (-0,26/0,06)	
Maximale ST an T1	< 5 mm	374 (31)	Ref.	0,670
	≥ 5 mm	847 (69)	0,05 (-0,16/0,25)	
Beweglichkeit an T1	0	1129 (92)	Ref.	0,050 0,561 0,586
	1	69 (6)	0,22 (0,00/0,43)	
	2	14 (1)	-0,23 (-0,78/0,30)	
	3	9 (1)	-0,16 (-0,72/0,40)	
Furkationsbeteiligung an T0	0	103	Ref.	0,113 0,005
	I	118	0,10 (-0,03/0,23)	
	II	75	0,35 (0,10/0,59)	

	III	35	0,35 (0,11/0,58)	0,004
Knochenverlust an T0	<25%	360 (29)	Ref.	0,062 0,012 0,897
	25-50%	403 (33)	0,21 (-0,10/0,42)	
	>50-70%	366 (30)	0,31 (0,07/0,055)	
	>70%	92 (8)	0,02 (-0,31/0,36)	
Periapikale Läsion an T0	Ja	1207 (99)	Ref.	0,432
	Nein	14 (1)	0,18 (-0,26/0,61)	
Prothetische Versorgung	Ja	34 (3)	Ref.	0,231
	Nein	1187 (97)	0,15 (-0,10/0,41)	

Tabelle 11: Assoziationen zwischen Variablen auf Patientenebene und jährlichen Kosten auf Zahnebene in Euro bei aggressiver Parodontitis. Es wurden multivariate generalisierte lineare gemischte Modelle verwendet. Signifikante Assoziationen ($p < 0,05$) sind hervorgehoben. N: Anzahl der Patienten.

4 Diskussion

Laut der schweizerischen Gesellschaft für Parodontologie ist das primäre Ziel der parodontalen Therapie die orale Gesundheit, welche sowohl den Erhalt der Integrität der parodontalen Gewebe und der Zähne, als auch die Verhütung von neuen Entzündungen und die frühzeitige Bekämpfung von Rezidiven umfasst (Mombelli et al., 2014). Um dieses Ziel zu erreichen ist die lebenslange und umfassende Behandlung von Parodontitispatienten notwendig. Mit der vorliegenden Arbeit wurde dieser Ansatz als Leitgedanke den Untersuchungen zugrunde gelegt.

4.1 Material- und Methodenkritik

Die vorliegende Studie wurde auf Basis des deutschen Gesundheitssystems erstellt, weshalb die Ergebnisse nicht unbegrenzt verallgemeinerbar oder uneingeschränkt vergleichbar mit anderen nationalen Gesundheitssystemen sind.

Obwohl die Daten innerhalb eines universitären Settings erhoben wurden, ist davon auszugehen, dass die Kosten in einer Zahnarztpraxis ähnlich ausfallen würden, da die Berechnungen mithilfe des einheitlichen Bewertungsmaßstabs für zahnärztliche Leistungen (BEMA) und der Gebührenordnung für Zahnärzte (GOZ) erfolgten und die wissenschaftlich fundierten Erkenntnisse in die Richtlinien der GKV bei der Gebührenbemessung eingeflossen sind.

In der vorliegenden Studie wurden keine Opportunitätskosten berechnet. Dies könnte substantielle Auswirkungen haben, da die UPT regelmäßig und über einen langen Zeitraum erfolgt ist und die volkswirtschaftliche Auswirkung des Arbeitsausfalls durch die Therapiesitzungen, sowie Reise- bzw. Transportkosten der Patienten nicht eingerechnet wurden.

Weitere Limitationen für den Vergleich der Kohorten der AgP und CP sind die unterschiedliche Anzahl der Patienten, der Altersunterschied von 15 Jahren und die fehlende Vergleichsmöglichkeit mit einer Kohorte, die an keiner UPT teilnahm bzw. diese abgebrochen hat.

Auch die Aussagekraft der erhobenen Daten von Patienten, die in den 80er und 90er Jahren des vorherigen Jahrhunderts aktiv behandelt wurden, ist limitiert. Da sich aber die Vorgehensweise der Kieler Methodik in den Richtlinien der GKV wiederfindet, zeigt, dass die damals erhobenen Daten auch heute noch ihre Gültigkeit haben.

Die Kostenschätzung durch Beobachtungszeiträume sollte nicht mit Maßnahmen zur Beurteilung der Wirksamkeit von Behandlungen verwechselt werden, da sie durch Zensur und nicht durch den Zahnverlust limitiert wurden. Sie dienen zur Schätzung der Kosten und nicht zum Zweck von Kosten-Nutzen-Analysen.

In der vorliegenden Studie wurden nur Patienten mit vollständig erfassten Daten untersucht, wodurch von Anfang an zwar die Fallzahl verringert und somit das Problem der fehlenden Angaben nivelliert werden konnte. Die Kohorte entspricht einem adhärennten Patientengut, da nur Patienten, die über mehr als 9 Jahre mindestens einmal pro Jahr eine UPT wahrnahmen, eingeschlossen wurden (Eickholz et al., 2008).

4.2 Chronische Parodontitis

4.2.1 Jährliche Behandlungskosten auf Patientenebene

In der vorliegenden Untersuchung betragen die Kosten über den gesamten Zeitraum von etwa 2 Jahrzehnten der Beobachtung 6164 ± 2236 € und die jährlichen Kosten für alle erbrachten zahnärztlichen Leistungen beliefen sich auf 348 ± 159 €. In einer ähnlichen Studie des Autorenteam um Mohd-Dom et al. (2014) konnten Gesamtkosten für die Behandlung einer CP von 659 ± 365 € pro Patient pro Jahr ermittelt werden. Jedoch wurde hier nur das erste Jahr der Parodontalbehandlung nachuntersucht und außerdem Opportunitätskosten miteinberechnet, wodurch sich die Kostendifferenz von ca. 300 € erklären lassen könnte, aber die Vergleichbarkeit aufgrund der fehlenden Langzeitergebnisse begrenzt ist.

4.2.2 Jährliche Behandlungskosten auf Zahnebene

In einer vergleichbaren Studie des Autorenteam um Pretzl et al. (2009) wurden die alleinigen Kosten parodontaler Leistungen über 10 Jahre für die UPT auf Zahnebene berechnet. Die Spannweite der Behandlungskosten der UPT in dieser Studie reichten pro Zahn von minimal 1,21 € bis zu maximal 266,26 €. Der Minimalwert entstand dadurch, dass auch nicht-adhärennte Patienten eingeschlossen wurden, welche beispielsweise nur einmal in 10 Jahren eine UPT- Sitzung wahrnahmen. Im Gegensatz dazu wurden in der vorliegenden Studie im Rahmen des universitären Behandlungskonzeptes nur adhärennte Patienten eingeschlossen, die bereits mehr als 9 Jahre regelmäßig und mindestens einmal jährlich an der UPT teilnahmen.

Dies erklärt teils die Varianz der Kosten gegenüber der Studie Pretzl et al. (2009) von minimal 6,7 € und maximal 18,1 € (MW \pm SD: 12,4 € \pm 5,7 € pro Jahr pro Zahn). Weiterhin besteht eine Diskrepanz in der Methodik, da bei Pretzl et al. (2009) nur parodontale generierte Kosten mit in die Berechnungen einbezogen und keine allgemeinärztlichen Leistungen berechnet wurden. Wie man deutlich sehen kann, hilft es eine klare Definition der Adhärenz im Rahmen der UPT für einzuschließende Probanden im Vorfeld zu definieren, um ein kalkulierbareres Kostengerüst zu erzeugen und ist eine Stärke des der Dissertationsarbeit zugrundeliegenden Datenmaterials.

4.2.3 Behandlungskosten in Abhängigkeit von der Beobachtungszeit

Die Behandlungskosten waren geringer bei Zähnen, die länger als 12 Jahre nachuntersucht wurden, gegenüber Zähnen, die zwischen 4 und maximal 12 Jahren nachbeobachtet wurden. Dies zeigt, dass eine risikoadaptiert durchgeführte, systematische Parodontalbehandlung mit aktiven Behandlungsphasen und unterstützenden Nachsorgemaßnahmen, im Unterschied zu akuten Therapieansätzen, eine langfristige und primär erhaltende Vorgehensweise sein kann.

4.2.4 Beobachtungszeiträume

Ein Unterschied zwischen weiblichen und männlichen Patienten war nicht festzustellen. Hingegen hatten ältere Patienten und Patienten mit weniger als 24 Zähnen einen kürzeren Beobachtungszeitraum als jüngere Patienten – dies belegt die epidemiologische Beobachtung (Jordan et al., 2014). Der Studie ist zudem zu entnehmen, dass ältere Patienten aufgrund der längeren Induktionsperiode häufiger an Parodontitis erkrankt sein können und damit häufiger einer systematischen Parodontistherapie zugeführt werden. Somit wird es auch erklärbar, warum der Zahnverlust als eine kumulierende Folge der Parodontitis ein Indikator für die Nachfrage von Parodontisteleistungen sein kann (Mundt et al., 2018).

Der Beobachtungszeitraum war kürzer bei Zähnen mit erhöhten ST (18,6 \pm 5,4 Jahre) und Beweglichkeitsgrad 3 (17,0 \pm 2,9 Jahre). Deutlich sichtbar ist im Datenmaterial, dass mit erhöhter ST als Parameter für die Schwere einer Parodontitis gemäß Kieler Therapiekonzept auch die festgelegten UPT-Intervalle verkürzt sind. Dies belegt den Durchsetzungsgrad des Kieler Therapiekonzepts und sollte anhand von Risikomodellen wie dem nach Lang & Tonetti (2002) jedwede UPT strukturieren

helfen. Das dies nicht nur den Zahnerhalt langfristig stabilisieren hilft, sondern wie es die vorliegenden Ergebnisse aufzeigen im Einzelfall auch Einfluss auf die Entstehung von Kosten haben kann, soll im Folgenden diskutiert werden.

4.2.5 Behandlungskosten in Abhängigkeit der untersuchten Einflussfaktoren

4.2.5.1 Parameter auf Patientenebene

Es konnte kein signifikanter Kostenunterschied zwischen männlichen und weiblichen Patienten identifiziert werden. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit den Ergebnissen einer vergleichbaren Studie von Pretzl et al. (2009). Denkbar ist, dass mögliche Faktoren, die zu Unterschieden zwischen den Geschlechtern beigetragen hätten, durch Anwendung der multivariaten Analysemodelle angepasst werden mussten, sodass deren möglicher signifikanter Einfluss auf das Endergebnis nicht mehr nachweisbar ist (Meisel et al., 2019).

Die Entstehung von höheren Kosten ist mit einem höheren Patientenalter (≥ 49 Jahre) assoziiert ($383 \pm 148\text{€}$). Dieses Ergebnis steht im Einklang mit bereits vorangegangenen Studien (Pretzl et al., 2009). Des Weiteren zeigten Patienten mit weniger als 24 Zähnen höhere Kosten ($365 \pm 160\text{€}$). Bei älteren Patienten mit weniger Zähnen liegt die Vermutung nahe, dass die vorhandene Parodontitis bereits einen deutlich schwereren Verlauf genommen hat (Billings et al., 2018). Dadurch wird ein größeres Ausmaß an Behandlungsaufwand notwendig, der aufgrund der Schwere der Parodontitis nicht immer zu einem erfolgreichen Langzeiterhalt der Zähne führt, sondern auch im frühzeitigen Zahnverlust münden kann. Aus dem frühen Zahnverlust resultiert dann entsprechend ein kürzerer Beobachtungszeitraum, welcher potenziell mit höheren Kosten assoziiert ist, da sich bei einem kürzeren Beobachtungszeitraum die Kosten für die UPT über einen geringeren Zeitraum verteilen. Zudem steigen bei einer geringeren Anzahl der an T1 vorhandenen Zähne die Kosten pro Zahn für z.B. die Behandlungsplanung, UPT und Antibiotika etc., da diese Kosten durch die Anzahl der Zähne geteilt werden. Nach diesem Modell werden bei weniger Zähnen zu Beginn der Behandlung dementsprechend die Kosten der Restzahnbehandlung steigen. Dieses Ergebnis unterstreicht die Bedeutung der frühzeitigen Diagnose und Behandlung der Parodontitis, auch wenn der Einfluss eines frühen Beginns auf die Kosteneffektivität aufgrund der Limitationen des Untersuchungsansatzes (z.B. keine Kontrollkohorte ohne UPT oder Abbruch der UPT) nicht näher beleuchtet werden kann.

Es wurden keine signifikanten Kostenunterschiede zwischen Rauchern und Nichtrauchern aufgedeckt. Die Erklärung, dass bei der Verwendung von mgM die Faktoren, die zu einem Unterschied führen würden, angepasst wurden, ist hier ebenfalls möglich. Da Rauchen, wie in anderen Studien belegt, nachweislich das Risiko für Zahnverlust erhöht (Dietrich et al., 2007, Dietrich et al., 2015) und dementsprechend ein höherer Behandlungsaufwand zum Erreichen des Zahnerhalts notwendig ist (Vieira et al., 2018), weist dieses Ergebnis auch auf eine Limitation der genutzten statistischen Mittel hin. Daneben ist es aber auch eine Erklärung dafür, dass unterschiedliche Behandlungsentscheidungen bei Rauchern und Nichtrauchern durch die behandelnden Zahnärzte zugrunde liegen, da beispielsweise bei Rauchern eher parodontale Erkrankungen und Zahnverluste akzeptiert werden und dadurch die Kosten für den (Mehr-) Behandlungsaufwand eingedämmt sein könnten.

Es ist erwiesen, dass eine regelmäßige Teilnahme an der UPT das Risiko für Zahnverlust bei Parodontitispatienten senken kann (Lee et al., 2015). In unserer Studie zeigten jedoch die Patienten, welche unregelmäßig an der UPT teilnahmen, längere Beobachtungszeiträume und geringere jährliche Kosten. Um diesen Widerspruch zu erklären, muss die regelmäßige bzw. unregelmäßige Teilnahme definiert werden. Wir modifizierten die Methode nach Eickholz et al. (2008) und legten fest, dass beim Überschreiten des vorgeschlagenen UPT-Intervalls um 100% eine unregelmäßige Teilnahme vorliegt. Trotzdem ist davon auszugehen, dass die Patienten dieser Kohorte hoch adhärent sind, da alle einen sehr langen Beobachtungszeitraum aufweisen können und teilweise auch besondere Umstände, wie eine weite Anreise zum Überschreiten des Intervalls führen konnten. Per definitionem nehmen die Patienten dementsprechend weniger UPT-Sitzungen wahr und generieren allein durch deren Anzahl geringere Kosten. (Schwendicke et al., 2016b)

4.2.5.2 Parameter auf Zahnebene

Auch auf Zahnebene konnten mehrere Kostentreiber ermittelt werden. Erstens entstehen bei Sondierungstiefen ≥ 5 mm nach abgeschlossener APT höhere Kosten, da die Behandlung von Residualtaschen während der UPT einen größeren Behandlungsaufwand erfordert, wie z.B. kürzere Intervallfrequenzen.

Zweitens bildet sich der höhere Behandlungsaufwand für Molaren auch in der hier dargestellten Kostenstruktur ab. Wie bereits von Schwendicke et al. (2014) beschrieben, ist der größere Behandlungsaufwand für die höheren Kosten zur

Behandlung von Molaren verantwortlich zu machen, vor allem bei Vorliegen einer Furkationsbeteiligung.

Drittens sind höhere Kosten mit erhöhtem Beweglichkeitsgrad von Zähnen assoziiert. Die Beweglichkeit ist als Indikator für die Schwere bei Aktivität der zugrundeliegenden Parodontitis zu sehen, wodurch wiederum der Behandlungsaufwand steigen kann (Graetz et al., 2017a).

4.2.6 Diskussion der Ergebnisse des multivariaten generalisierten linearen gemischten Modells: Chronische Parodontitis

Wie in Tabelle 5 aufgezeigt, können in der statistischen Analyse signifikante Einflüsse auf die Behandlungskosten durch die Variablen Patientenalter ≥ 49 Jahre und älter, eine unregelmäßige Teilnahme, eine maximale Taschentiefe von ≥ 5 mm, der Molaren im multivariaten generalisierten linearen gemischten Modell auf Zahnebene aufgezeigt werden. Signifikante Einflüsse können nicht für das Geschlecht, die Anzahl der Zähne zu T1, den Raucherstatus, die Zahnbeweglichkeit und die prothetische Versorgung nachgewiesen werden. Werden die Confounder in diesen Modellen auf Patientenebene und den jährlichen Kosten angewendet (Tabelle 5), kann nur ein signifikanter Einfluss auf die Kostengenerierung durch das Patientenalter ≥ 49 Lebensjahre aufgezeigt werden.

Beide Auswertungen zeigen, dass eine Betrachtung auf Zahnebene einen höheren Detaillierungsgrad erreicht und damit auch leichter die notwendigen Behandlungskosten erklärbar sind. Dies gelingt auf einer summarischen Betrachtung der Patientenebene weniger. Zu bedenken ist bei dieser Analyse aber, dass die Zähne als unabhängige Ereignisse gesehen werden. Dies trifft in der Realität nicht zu, da sie innerhalb eines Patienten verbunden sind. Durch diese Limitation wird die tatsächliche Aussagekraft des Modells limitiert.

Die kumulativen Auswirkungen von chronischer Parodontitis zeigen sich auch bezüglich der Behandlungskosten für das Alter mit einem Cutoff ≥ 49 Jahre und deckt sich mit den Beobachtungen in der täglichen Praxis. Die inverse Assoziation der unregelmäßigen Teilnahme ist bezüglich der Fragestellung eher als nachgeordnet zu betrachten. Bei unregelmäßiger Teilnahme werden weniger Termine beansprucht und damit die Behandlungskosten reduziert. Auch finden sich im vorliegenden Datenmaterial keine Informationen über eine erhöhte Zahnverlustfrequenz bei unregelmäßiger Teilnahme, wie dies in anderen longitudinalen Studien (Eickholz et al.,

2008) aufgezeigt werden konnte. Tendenziell ist zu vermuten, dass erhöhter Zahnverlust und unregelmäßige Teilnahme eher mit geringeren Kosten der parodontalen Erhaltungstherapie verbunden sind.

Bei Zähnen im Unterkiefer werden mehr Kosten erzeugt als im Oberkiefer. Die Irrtumswahrscheinlichkeit ist mit $p < 0,001$ zwar statistisch signifikant aber die Effektstärke ist mit einem Abstand der Mittelwerte von 0,4 sehr gering.

Erwartungsgemäß findet sich ein signifikanter Einfluss der Taschentiefe auf die Behandlungskosten pro Zahn, da sich in den Behandlungskosten auch der Aufwand für den Schweregrad einer Parodontitis repräsentiert.

Die Zahnbeweglichkeit ist hingegen kein signifikanter Repräsentant für erhöhte Behandlungskosten. Dies kann möglicherweise in der geringen Aussagekraft der Zahnbeweglichkeit für den Schweregrad einer chronischen Parodontitis gesehen werden, andererseits aber auch aus der Möglichkeit resultieren mittels Schienungen bewegliche Zähne vor oder mit dem parodontalen Behandlungsbeginn auf einfachem Weg zu stabilisieren (Graetz et al., 2019c). Der höchstsignifikante Einfluss der Behandlung von Molaren auf die Behandlungskosten der chronischen Parodontitis ist durch die kompliziertere anatomische Form des mehrwurzeligen Zahnes mit subgingivalen Einziehungen schlüssig zu erklären (Graetz et al., 2015).

4.3 Aggressive Parodontitis

4.3.1 Jährliche Behandlungskosten auf Patientenebene

Die pro Patient spezifisch für die AgP ausgewerteten Gesamtkosten betragen 6998 ± 3807 € und die jährlichen Kosten für alle zahnärztlichen Leistungen beliefen sich auf 536 ± 209 €. Diese Ergebnisse zeigen einen deutlichen Unterschied zu den errechneten Kosten der Behandlung einer CP von 6165 ± 2236 € Gesamtkosten und jährlichen Kosten von 348 ± 159 €, liegen aber immernoch im Rahmen der von Mohd-Dom et al. (2014) errechneten Kosten von 659 ± 365 € pro Patient pro Jahr.

4.3.2 Jährliche Behandlungskosten auf Zahnebene

Auf Zahnebene ist eine deutliche Diskrepanz zwischen den Kosten einer AgP-Behandlung ($20,1$ € \pm $65,0$ € pro Jahr pro Zahn) gegenüber den Kosten, die durch eine Behandlung der CP entstehen ($12,4$ € \pm $5,7$ €) erkennbar.

Im Vergleich zu bestehender Literatur zeigt sich auch hier ein Unterschied zu den von Pretzl et al. (2009) errechneten Kosten von $1,21$ € bis $266,26$ €, wobei die

nachuntersuchte Kohorte nicht nach Diagnosen aufgeschlüsselt wurde. Dadurch können die unterschiedlich schweren bzw. rascheren Verlaufsformen der AgP nicht spezifisch herausgearbeitet werden. Deswegen basieren die in der vorliegenden Untersuchung errechneten Kosten von 20,1€ ± 65,0 € pro Jahr pro Zahn auf einer deutlich engeren und gezielteren Definition als bei Pretzl et al. (2009). Dies zeigt, dass eine klare Definition der Diagnose und APT bzw. UPT ein kalkulierbareres Kostengerüst erzeugt und kann wiederum als eine Stärke des Datenmaterials und der Auswertung, die dieser Arbeit zugrunde liegen, gewertet werden.

4.3.3 Beobachtungszeiträume

Wie in der CP-Kohorte konnte auch in der Kohorte der AgP-Patienten kein erheblicher Unterschied in den Beobachtungszeiträumen zwischen weiblichen und männlichen Patienten festgestellt werden. Gleiches gilt auch für das Patientenalter der eingeschlossenen Probanden in beiden Kohorten. Wie auch bei der Untersuchung der CP (Absatz 4.2.4) dargestellt, zeigte sich ein kürzerer Beobachtungszeitraum bei älteren Patienten und Patienten mit AgP, die weniger als 24 Zähne hatten.

Ebenso konnten bei Rauchern kürzere Beobachtungszeiten festgestellt werden, was mit der Tatsache einhergeht, dass Rauchen einer der Hauptrisikofaktoren für Parodontitis ist (Dietrich et al., 2007).

Zähne mit erhöhten ST und einer erhöhten Beweglichkeit zeigten kürzere Beobachtungszeiträume. Dies spiegelt die Relevanz dieser Parameter als Indikatoren für die Schwere bzw. Aktivität einer parodontalen Entzündung wider. Andererseits ist gerade die Beweglichkeit ein Faktor, der sehr heterogen in seinem Einfluss auf die Frage nach dem Langzeiterhalt von Zähnen diskutiert wird. Dies liegt einerseits daran, dass große Differenzen in der Messgenauigkeit auftreten können (Giargia and Lindhe, 1997), aber auch die Beweglichkeit durch einfache Maßnahmen wie Schienungen temporär reduziert werden können (Graetz et al., 2019c). Weiterhin ist es auch fraglich, ob überhaupt eine erhöhte Beweglichkeit bei einem Knochenabbau von >70% als pathologisch zu bezeichnen ist, wenn doch aufgrund der geänderten Hebelverhältnisse eine erhöhte Beweglichkeit des Zahnes bei exzentrischen Belastungen mit gleicher Kraft zu höheren Auslegungen erklärt wird und damit vor einer drohenden Fraktur des Wurzel schützen kann.

Auch bei stärkerem Knochenverlust und bei Molaren mit Furkationsbeteiligung waren die Beobachtungszeiträume begrenzt. Insbesondere Furkationsbeteiligungen können

Folge von fortgeschrittenem Knochenverlust sein, abhängig von der Wurzelstammhöhe, und dementsprechend ebenfalls als Parameter eines erhöhten Schweregrades der Parodontitis angesehen werden. Andererseits kann der im direkten Vergleich begrenzte Unterschied in der Beobachtungszeit von Molaren mit Furkationsbeteiligung und von Zähnen mit stärkerem Knochenabbau gegenüber Nicht-Molaren und Zähnen mit weniger Knochenabbau als Erfolg des Kieler Therapiekonzeptes interpretiert werden.

Insgesamt waren die Beobachtungszeiträume bei Zähnen, die bereits eine periapikale Läsion oder eine prothetische Restauration zum Zeitpunkt T0 aufwiesen, kürzer. Die bereits eingetretene Kompromittierung durch einen endodontalen Befund bzw. eine vorausgegangene Reduktion der intakten Zahnhartsubstanz durch die Präparation der prothetischen Restauration lässt den logischen Schluss eines kürzeren Beobachtungszeitraums zu.

4.3.4 Behandlungskosten in Abhängigkeit der Beobachtungszeit

Die Behandlungskosten in Abhängigkeit der Beobachtungszeit wurden für die Kohorte der Patienten mit AgP nicht berechnet, da der Stichprobenumfang für eine detaillierte Analyse der Kosten in den Modellen nicht ausreichend ist, um die verschiedenen Behandlungsszenarien realitätsnah simulieren zu können.

4.3.5 Behandlungskosten in Abhängigkeit der untersuchten Einflussfaktoren

4.3.5.1 Parameter auf Patientenebene

Nach Auswertung der Daten mittels mgM konnten keine signifikanten Assoziationen von Patientenebenenparameter mit jährlichen Kosten festgestellt werden. Dieser Umstand ist vermutlich durch die fehlende statistische Power verursacht. Bivariate Vergleiche der entstandenen Kosten könnten aber einen Hinweis auf bestehende Trends geben.

Erstens generierten Frauen höhere jährliche Kosten durch parodontale Behandlungen und entsprechend geringere nicht-parodontal bedingte Kosten, was auf unterschiedliche Krankheits- aber auch Servicenutzungsmuster zwischen den Geschlechtern hinweisen könnte (Graetz et al., 2013a). Beispielsweise konnte in der fünften deutschen Mundgesundheitsstudie bei Frauen in der Altersgruppe der 35 bis 44-jährigen eine höhere Inanspruchnahme von kontrollorientierten zahnärztlichen Leistungen gezeigt werden (Jordan et al., 2014).

Zweitens entstanden mehr Kosten bei älteren Patienten und mit einer geringeren Zahnanzahl (<24 Zähne), da ein höheres Lebensalter und der bereits erlebte Zahnverlust mit dem Schweregrad der Parodontitis assoziiert zu sein scheint. Aufgrund der Schwere der Parodontitis ist, wie bereits bei der Patientenkohorte mit chronischer Parodontitis erläutert, ein größeres Ausmaß an Behandlungsaufwand notwendig, um den Zahnerhalt zu gewährleisten. Der aufgewendete Behandlungsumfang ist dementsprechend mit höheren Kosten verbunden.

4.3.5.2 Parameter auf Zahnebene

Beim Betrachten der Kosten pro Zahn heben sich mehrere Parameter als Kostentreiber hervor.

Erstens fällt auf, dass Frauen, diametral zu den Ergebnissen auf Probandenebene, bei der Berechnung der Kosten auf Zahnebene geringere Kosten generieren. Dies lässt sich durch den Umstand erklären, dass Frauen zu Beginn der UPT mehr Zähne hatten und somit die Kosten für Röntgenbilder, Diagnostik und Antibiotika durch eine größere Anzahl von Zähnen dividiert werden. Insgesamt ist aber die Kostendifferenz zwischen den Geschlechtern aber als begrenzt zu bezeichnen.

Zweitens wird auch auf Zahnebene die Assoziation von höherem Patientenalter (≥ 34 Jahre) und höheren Kosten nachweisbar. Wie auch bereits bei der Kohorte der CP erläutert, fehlen bei älteren Patienten mehr Zähne, wodurch die Kostenverteilung pro Zahn steigt.

Ein dritter kostentreibender Parameter sind bereits zum Zeitpunkt T0 vorhandene prothetische Versorgungen. Prothetisch versorgte Zähne zeigten einen Kostenanstieg, um den Erhalt zu gewährleisten. Auffällig ist hierbei, dass diese Kosten vor allem durch nicht-parodontale Behandlungen entstanden (restaurative oder endodontische Leistungen). Dieses Ergebnis steht im Einklang mit mehreren früheren Studien (Goodacre et al., 2003, Graetz et al., 2013b, Schwendicke et al., 2016a, Pretzl et al., 2009). Zu beachten ist aber, dass die vorliegende Studie nicht berücksichtigt, ob prothetische Versorgungen erst nach einer erfolgreichen APT und im Zustand parodontaler Gesundheit eingegliedert wurden. Deshalb wirken sich die prothetischen Restaurationen nicht unbedingt negativ auf den Zeitraum des Zahnerhalts aus (Fardal and Linden, 2010, Graetz et al., 2013b, Lulic et al., 2007, Yi et al., 1995). In diesen Studien konnte gezeigt werden, dass nicht nur die Überlebenszeit der Restaurationen sinkt, wenn diese bereits vor der parodontalen Therapie in situ waren, sondern auch

die Pfeilerzähne eine signifikant schlechtere Prognose für den Langzeiterhalt nach aktiver Parodontitistherapie in der UPT aufwiesen (Graetz et al., 2013b, Pretzl et al., 2008). Im Einklang damit steht, dass Zähne mit geringerem parodontalen Attachment, die nach Parodontaltherapie prothetisch versorgt wurden, bei guter Patientencompliance eine hohe Überlebenschance über 10 Jahre zeigten (Fardal and Linden, 2010, Yi et al., 1995). Neben einer strikten regelmäßigen UPT-Teilnahme trägt auch die Schienung der parodontal kompromittierten Zähne, analog zu adhäsiven Schienungen (Graetz et al., 2019b), durch die prothetische Versorgung dazu bei, dass diese Zähne nach der Parodontaltherapie eine vergleichbare Überlebenschance haben, wie parodontal gesunde Zähne mit prothetischen Restaurationen (Lulic et al., 2007).

4.3.6 Diskussion der Ergebnisse des multivariaten generalisierten linearen gemischten Modells: Aggressive Parodontitis

Wie in Tabelle 10 dargestellt, konnten bei der AgP und den jährlichen Kosten bezüglich der Einflussfaktoren Patientenalter, Geschlecht, Anzahl der Zähne und Raucherstatus zu den Behandlungskosten keine signifikanten Assoziationen in den mgM aufgezeigt werden. Einzig wäre eine Tendenz ($p=0,072$) für das Patientenalter erwähnenswert. Eine mögliche Erklärung, dass die genannten Faktoren nicht signifikant sind, könnte im relativ jungen Alter der Patienten zu finden sein. Die Patienten der AgP-Kohorte sind im Mittel 34 Jahre alt und haben im Vergleich zu älteren Patienten weniger Allgemeinerkrankungen, weniger Karies und mehr Zähne, wodurch weniger Kosten durch z.B. häufigere kürzere Sitzungen (z.B. bei Diabetes mellitus), mehr und längere restaurative Behandlungen (z.B. bei Karies) oder dem Ersatz fehlender Zähne generiert werden können.

Trotz des langen Dokumentationszeitraumes im Datenmaterial der Studie limitiert die begrenzte Anzahl von 52 Patienten mit AgP eine weitere statistische Analyse. Dennoch wurde durch die Betrachtung auf Zahnebene eine erhöhte Zahl an Daten zur weiteren Analyse von fraglichen Einflussfaktoren generiert. Die Effekte bezüglich der Behandlungskosten sind auf der Zahnebene leichter erklärbar als durch die summarische Betrachtung auf Patientenebene. Es sei aber noch einmal betont, dass dafür die nachuntersuchten Zähne als unabhängige Ereignisse (unverbunden) betrachtet wurden, was die tatsächliche Aussagekraft des Modells reduziert. Der Umfang des Datenmaterials bei AgP ist aber für ein Mehrebenenmodell nicht

ausreichend, um diese Limitation in der umfassenden Auswertung zu widerlegen. Hier müssen zukünftige Nachuntersuchungen mit größeren Patientenkohorten und entsprechend der neuen Klassifikation für Patienten mit moderaten bis schweren Verlaufsformen der Parodontitis, insbesondere bei Grad C (Papapanou et al., 2018), nach gleichem Vorgehen der vorliegenden Studie den Umfang und die Größe der Kostentreiber analysieren.

Analog den Erkenntnissen auf Patientenebene, lassen sich auch auf Zahnebene die niedrigeren Kosten bei weiblichen Probanden durch deren höhere Zahnanzahl zu Beginn der Therapie erklären. Gleiches gilt auch für die Auswirkungen der längeren Induktionsperioden der AgP bei Patienten, die 34 Jahre oder älter sind und bereits Zahnverlust erlitten haben. Bei einer geringeren Zahnanzahl zu Behandlungsbeginn entfallen mehr Kosten auf den einzelnen Zahn als bei einer höheren Zahnanzahl, weshalb ältere Patienten zumeist auch in der Praxis eine höhere Zahnverlustrate aufweisen als jüngere (Jordan et al., 2014).

Wie schon bei CP findet sich auch bei AgP für das Rauchen eine signifikante Assoziation zu höheren Behandlungskosten. Ebenfalls erwartungsgemäß ist der signifikante Einfluss der Furkationsgrade II und III, sowie des Knochenabbaus von >50%- 70%, da sich hier der Schweregrad der Parodontitis in den Behandlungskosten durch den Aufwand in der durchgeführten Behandlung darstellt.

Keine signifikanten Einflüsse auf Zahnebene zeigen die Variablen: Zähne in Ober- oder Unterkiefer, maximale ST an T1, Beweglichkeit der Zähne, kein oder nur geringer Furkationsbefall Grad I, Knochenverluste zwischen 25% und 50%, bzw. über 70%, periapikale Läsionen an T0 und prothetische Versorgung. Gerade letztere Punkte erscheinen logisch, da in der insgesamt jüngeren Probandengruppe mit AgP auch weniger prothetische Versorgungen an T1 mit allen bereits beschriebenen nachfolgenden Komplikationen in die Analyse mit einfließen konnten. Dies zeigt wiederum wie wichtig es für Kostenberechnungen ist, nicht nur beispielsweise die Zahnverluste aus spezifischen (hier parodontale) Ursachen nachzuverfolgen, sondern alle möglichen Ursachen mit einzubeziehen, wie es in der vorliegenden Dissertationsarbeit umgesetzt wurde.

4.3.7 Direkter Vergleich der Behandlungskosten zwischen chronischer und aggressiver Parodontitis

Der Zahnerhalt parodontal kompromittierter Zähne über einen Zeitraum von annähernd 20 Jahren verursacht bei Patienten mit AgP (536 € pro Jahr pro Patient und 20 € pro Jahr pro Zahn) deutlich höhere Kosten als bei Patienten mit CP (348 € pro Jahr pro Patient und 13 € pro Jahr pro Patient). Auch in Bezug auf die parodontalen Behandlungskosten ist ein deutlicher Unterschied zwischen der AgP mit 16 € pro Jahr pro Zahn und CP mit 11 € pro Jahr pro Zahn erkennbar. Diese Diskrepanz ist bemerkenswert, da sie in vorherigen Studien, die 10 Jahre lang eine gemischte Kohorte von AgP- und CP-Patienten untersuchte (Pretzl et al., 2009) nicht nachgewiesen wurden. Dabei muss einschränkend beachtet werden, dass die Vergleichbarkeit der Studien aus mehreren Gründen limitiert ist.

Erstens waren die Beobachtungszeiträume in der vorliegenden Studie deutlich länger, wodurch das Risiko für Spätkomplikationen steigt. Die Behandlung solcher Spätkomplikationen lässt die Kosten für den Zahnerhalt während der UPT ansteigen (Graetz et al., 2017a).

Zweitens unterscheiden sich die Therapieansätze während der APT signifikant, da bei Pretzl et al. (2009) auch regenerative Behandlungen in der APT durchgeführt wurden. In der vorliegenden Studie wurden nur Patienten eingeschlossen, die ausschließlich nicht-regenerative Behandlungen erhielten, unter der Berücksichtigung, dass ein gewisses Ausmaß an Knochenverlust und residual erhöhten ST in der UPT toleriert wird (Graetz et al., 2013a). Dieser Umstand kann eine mögliche Ursache für höhere Kosten im Rahmen der UPT durch häufigeres mechanisches Biofilmmangement und kürzere UPT-Intervalle sein. Diese möglicherweise höheren Kosten lassen sich heutzutage aber wiederum kompensieren, indem bestimmte Leistungen im Delegationsrahmen durch weitergebildete Prophylaxefachkräfte erbracht werden. Die entsprechenden Kosten und der Umfang der Leistungen sind bei Pretzl et al. (2009) nicht betrachtet und in der vorliegenden Arbeit, wie unter Material und Methode erläutert, nur soweit möglich durch z.B. die BEMA-Bewertung der PZR mittels eines reduzierten Punktwerts. Ob das wiederholte Reinstrumentieren bzw. die erhöhte Anzahl an Zähnen, welche reinstrumentiert werden müssen wirklich Kostentreiber sind, könnte im Rahmen eines weiteren Simulationsmodells berechnet werden. Möglicherweise tritt sogar eine Kostenkompensation auf, da teurere und komplexere

zahnärztliche Leistungen in der APT durch günstigere einfachere und delegierbare Maßnahmen des Fachpersonals aufgewogen werden.

Drittens wurden im Gegensatz zur vorliegenden Studie die Kosten der APT von Pretzl et al. (2009) nicht einberechnet. Um eine direkte Vergleichbarkeit der Studien zu ermöglichen, müssten die Kosten berechnet werden, die rein durch die UPT generiert wurden, was hypothetisch sogar zu einer Kostenverringerung gegenüber Pretzl et al. (2009) führen könnte.

Viertens wurden die Berechnungen auf Grundlage des privaten Gebührenkataloges der Zahnärzte durchgeführt, der jedoch im Jahr 2011 aktualisiert wurde (vorliegender Datensatz) wohingegen Pretzl et al. (2009) die Berechnungen auf Grundlage des Gebührenkatalogs von 2008 erstellte. Dies könnte zu Verzerrungen mit den entsprechenden nachgewiesenen Kostenunterschieden zwischen beiden Untersuchungen geführt haben.

Ebenso scheint der Unterschied der kostenintensiveren AgP im Gegensatz zur CP interessant, da sich zwar die Zahnverlustraten in beiden Kohorten nicht signifikant unterschieden, aber diese höheren Kosten nicht den Unterschied im Behandlungserfolg widerspiegeln. Außerdem wurden beide Kohorten über einen ähnlich langen Zeitraum nachuntersucht und nach dem gleichen Therapiekonzept behandelt. Der Kostenunterschied kann jedoch möglicherweise durch ein komplexes Zusammenspiel mehrerer Faktoren erklärt werden: Einerseits waren die Patienten der AgP-Kohorte deutlich jünger und forderten einen größeren Behandlungsaufwand für den Zahnerhalt ein, da jüngere Patienten nicht dazu geneigt sind, frühen Zahnverlust zu akzeptieren (Graetz et al., 2013a, Levin et al., 2018). Dies trifft zwar gerade auf die Frontzähne im Hinblick auf die beeinträchtigte Ästhetik zu, kann aber auch auf alle Seitenzähne hinsichtlich der Kaustabilität übertragen werden, was wiederum die Kosten in die Höhe treiben kann, da der Erhalt von Molaren deutlich teurer ist, als der bspw. einwurzeliger Zähne in der Front, wie in Tabelle 7 dargestellt. Außerdem fällt auf, dass Patienten mit AgP fast doppelt so viele Kosten durch nicht-parodontale Behandlungen verursachen, als Patienten mit CP. Dies steht, wie bereits oben erwähnt im Zusammenhang mit dem Bedarf an möglichst langfristigem Zahnerhalt, weshalb öfter restaurative und endodontische Leistungen zu Gunsten des Zahnerhalts erbracht wurden. Des Weiteren scheint auch die UPT-Frequenz eine entscheidende Erklärung zu geben, da bei Patienten mit AgP kürzere Intervalle gewählt wurden, um Phasen rascher Progression vorbeugen zu können. Die Studie von Mohd-Dom et al. (2014)

welche Patienten über einen kürzeren Zeitraum nachuntersucht hat, zeigt ebenfalls, dass die Behandlung der AgP kostenintensiver ist als die der CP. Ursächlich war hier vor allem die chirurgische Behandlung als Kostentreiber.

Unabhängig der Diagnose steigen die Kosten sowohl auf Patienten- als auch auf Zahnebene bei älteren Patienten und bei Patienten, die bereits viele Zähne verloren haben, an, da eine schwerwiegendere Parodontitis mit einer schlechteren Prognose einhergeht und ein erhöhter Behandlungsaufwand aufgewendet werden muss, um den Zahnerhalt zu ermöglichen. Weitere Kostentreiber, die auf Zahnebene sowohl bei AgP als auch CP signifikant sind, sind aktive Raucher und erhöhte Sondierungstiefen. Wie einleitend bereits erwähnt, ist die Effektivität der Parodontitistherapie bei Rauchern nachweislich begrenzt (Gatke et al., 2012) und erfordert, ebenso wie die Behandlung von erhöhten Sondierungstiefen, wie sie auch bei Rauchern vermehrt gefunden werden (Pretzl et al., 2009), einen höheren Behandlungsaufwand während der Nachsorge durch wiederholtes Nachinstrumentieren bzw. weiterführende Maßnahmen.

Insgesamt erscheinen die Kosten nach diesem langen Zeitraum der Nachsorge als sehr hoch, sie müssen aber in Relation zu Kosten bei Patienten gesetzt werden, die durch vorangegangenen Zahnverlust mit bspw. Zahnersatz oder Implantatprothetik rehabilitiert wurden. Implantate sind über einen langen Zeitraum im Vergleich zu parodontal kompromittierten Zähnen nicht so kosteneffektiv (Schwendicke et al., 2014, Dierens et al., 2015). Pretzl et al. (2009) gibt für den Ersatz eines Zahnes mittels einer Bücke 1650 € (errechnet aus 437,21 € für das zahnärztliche Honorar und 1212,60 € für Material- und Laborkosten) an, bei einer Prothese liegen die Kosten bei 790 € für den Ersatz eines einzelnen Zahnes und bei bis zu 960 € für den Ersatz von 12 Zähnen. Hingegen werden von der Autorengruppe im Jahr 2009 für ein Implantat insgesamt 2050 € angegeben, die sich aus 635 € zahnärztlichem Honorar, 218,40 € für das Implantat und 1200 € für Material- und Laborkosten errechnen. Diese Berechnung zeigt nur die Kosten für den initialen Ersatz eines Zahnes. Dierens et al. (2015) zeigt über einen Zeitraum von über 18 Jahren, dass ca. 23% der initialen Behandlungskosten für entstehende Komplikationen, wie z.B. Kronenfrakturen, Implantatfrakturen und Periimplantitisbehandlungen, noch zusätzlich aufgewendet werden müssen, weswegen die hier aufgezeigten Kosten in dieser sehr selektiven Probandengruppe von jährlich $12,4 \pm 5,7$ € bei CP pro Zahn und von jährlich $20,1 \pm 65,0$ € pro Zahn bei AgP im Vergleich deutlich geringer erscheinen.

4.4 Ausblick

In der vorliegenden Studie konnten für die Behandlung der aggressiven und chronischen Parodontitis auf Patienten- und Zahnebene verschiedene Kostentreiber identifiziert werden. Eine denkbare Weiterführung der Thematik ist es, wie oben bereits skizziert, das Datenmaterial in die neue Klassifikation der parodontalen Zustände und Erkrankungen einzuordnen und anhand des Datenmaterials eine Kosten-Nutzen-Analyse durchzuführen, um die Auswirkungen bzw. den Nutzen der langfristigen UPT für den Patienten darzustellen.

Da die vorliegende Arbeit Zusammenhänge zwischen Behandlungskosten und chronischer sowie aggressiver Parodontitis aufzeigt, wären von großem Interesse auch Auswertungen auf Basis von Sekundärdaten von Krankenkassen oder Landeskassenzahnärztlichen-Vereinigungen zu initiieren.

Ergänzend würde durch die Einberechnung von Opportunitätskosten eine breitere gesellschaftliche Perspektive darstellbar, um die allgemeinen und wirtschaftlichen Folgen der Behandlung von AgP und CP zu erfassen.

Neben den Kostenberechnungen wurde in der vorliegenden Arbeit nicht untersucht, ob ein bidirektionaler Einfluss auf bzw. durch die Lebensqualität besteht. Dies sollte in zukünftige Betrachtung mit einbezogen werden. Nichtsdestotrotz heben die Ergebnisse die Bedeutung der frühzeitigen Diagnose und Behandlung beider Parodontitisformen als den entscheidenden präventiven Ansatz zur Steigerung des Behandlungserfolges bei Reduktion der Kosten für den Erhalt hervor.

5 Zusammenfassung

Parodontitis ist eine der weltweit häufigsten chronischen Erkrankungen. Obwohl erfreulicherweise immer mehr natürliche Zähne auch im höheren Lebensalter erhalten werden, steigt dann leider das Risiko, dass diese Zähne an Parodontitis erkranken. Zusätzlich bedingt der demographische Wandel, dass sowohl der Bedarf an parodontalen Therapiemaßnahmen selbst als auch die für eine Parodontaltherapie aufgewendeten Kosten steigen. Neben der Relevanz der Kosteneinschätzung bei Langzeit-Parodontitispatienten für das allgemeine Gesundheitswesen, ist auch jeder Zahnarzt seinen Patienten gegenüber verpflichtet die verschiedenen Behandlungsmöglichkeiten wie Zahnerhalt/-extraktion und -ersatz und den damit einhergehenden Kosten zu erläutern. Eine Herausforderung stellt dabei die Einschätzung der zu erwartenden Kosten bei progressiveren Verlaufsformen der Parodontitis im Vergleich zur chronischen Form dar. Deshalb war es ein Ziel in der vorliegenden longitudinalen Untersuchung die Kosten einer systematischen Parodontitistherapie nach dem konservativen Kieler Behandlungskonzept über mehr als 10 Jahre von adhären Patienten mit moderater bis schwerer, aggressiver und chronischer Parodontitis zu ermitteln. Zu diesem Zweck wurden 52 Patienten mit aggressiver Parodontitis und 273 Patienten mit chronischer Parodontitis, welche alle an der Kieler Universitätszahnklinik behandelt wurden, nachuntersucht und die Kohorten miteinander verglichen.

Anhand der Gebührenpositionen aus dem nationalen Bewertungsmaßstab für Zahnärzte und der Gebührenordnung für Zahnärzte in Deutschland wurden die Kosten für die im gesamten Beobachtungszeitraum durchgeführten Behandlungen in einer gemischt gesetzlich-privaten Zahlerperspektive pro Patient und pro Zahn kalkuliert. Zur Evaluation von Assoziationen der annualisierten Behandlungskosten mit Parametern auf Patienten- und Zahnebene wurden multivariate generalisierte lineare gemischte Modelle genutzt.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die Behandlung von Patienten mit aggressiver Parodontitis deutlich teurer ist (jährliche Kosten: 536 ± 209 € pro Patient und $20,1 \pm 65,0$ € pro Zahn), als die von Patienten mit chronischer Parodontitis (jährliche Kosten: 348 ± 159 € pro Patient und $12,4 \pm 5,7$ € pro Zahn), bei gleichen Zahnverlusten.

Ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Faktoren kann möglicherweise diesen Kostenunterschied erklären: Die Patienten mit aggressiver Parodontitis waren deutlich jünger und forderten einen größeren Behandlungsaufwand für den Zahnerhalt ein, da sie eher nicht dazu geneigt sind frühen Zahnverlust, hinsichtlich sowohl der beeinträchtigten Ästhetik als auch der Kaustabilität, zu akzeptieren. Auch verursachten die Patienten dieser Kohorte fast doppelt so viele Kosten durch nicht-parodontale Behandlungen wie Patienten mit chronischer Parodontitis. Dies lässt sich ebenfalls durch den Bedarf an langfristigem Zahnerhalt erklären, da öfter restaurative und endodontische Leistungen erbracht wurden. Als weiterer kostentreibender Faktor muss auch die Frequenz der Nachsorgebehandlungen genannt werden, da diese bei aggressiver Parodontitis deutlich kürzer gefasst sind, um Phasen rascher Progression vorzubeugen.

Erwähnenswerte Einflussfaktoren, die sowohl bei der aggressiven Parodontitis als auch bei der chronischen Parodontitis einen treibenden Einfluss auf die Kosten hatten, waren ein höheres Patientenalter und die höhere Anzahl der bereits vor Therapiebeginn extrahierten Zähne. Sowohl das höhere Patientenalter als auch eine geringere Zahnanzahl sind Indikatoren für einen schwereren Grad der Parodontitis, was zu einem vermehrten Behandlungsaufwand mit der Generierung von höheren Kosten führen kann.

Insgesamt erscheinen die Kosten nach diesem langen Zeitraum der Nachsorge als sehr hoch. Doch sie müssen in Relation zu Kosten bei Patienten gesetzt werden, die durch vorangegangenen Zahnverlust mit bspw. Zahnersatz oder Implantatprothetik bereits rehabilitiert worden waren. Denn einerseits entstehen nicht nur allein durch die Anfertigung des Zahnersatzes Kosten, sondern verursacht auch der Erhalt von Pfeilerzähnen und Zahnersatz sowie die gegebenenfalls notwendige Kompensation von auftretenden Komplikationen weitere Kosten.

Auch wenn deutlich wird, dass alle Maßnahmen eines systematischen Therapiekonzeptes zum Zahnerhalt nicht unerhebliche Kosten generieren, so bleibt doch abschließend festzustellen, dass die vorliegenden Ergebnisse die Bedeutung der frühzeitigen Diagnose und Behandlung beider Parodontitisformen nicht nur als den entscheidenden präventiven Ansatz zur Steigerung des Behandlungserfolges hervorheben, sondern umgekehrt auch für die Reduktion der Kosten des langfristigen Zahnerhalts verantwortlich sein können.

6 Literaturverzeichnis

ALBANDAR, J. M. & TINOCO, E. M. 2002. Global epidemiology of periodontal diseases in children and young persons. *Periodontol 2000*, 29, 153-76.

ARMITAGE, G. C. 1999. Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. *Ann Periodontol*, 4, 1-6.

BILLINGS, M., HOLTFRETER, B., PAPAPANOU, P. N., MITNIK, G. L., KOCHER, T. & DYE, B. A. 2018. Age-dependent distribution of periodontitis in two countries: Findings from NHANES 2009 to 2014 and SHIP-TREND 2008 to 2012. *J Periodontol*, 89 Suppl 1, S140-S158.

DEAS, D. E. & MEALEY, B. L. 2010. Response of chronic and aggressive periodontitis to treatment. *Periodontol 2000*, 53, 154-66.

DIERENS, M., VANDEWEGHE, S., KISCH, J., NILNER, K., COSYN, J. & DE BRUYN, H. 2015. Cost estimation of single-implant treatment in the periodontally healthy patient after 16-22 years of follow-up. *Clin Oral Implants Res*, 26, 1288-96.

DIETRICH, T., MASEREJIAN, N. N., JOSHIPURA, K. J., KRALL, E. A. & GARCIA, R. I. 2007. Tobacco use and incidence of tooth loss among US male health professionals. *J Dent Res*, 86, 373-7.

DIETRICH, T., WALTER, C., OLUWAGBEMIGUN, K., BERGMANN, M., PISCHON, T., PISCHON, N. & BOEING, H. 2015. Smoking, Smoking Cessation, and Risk of Tooth Loss: The EPIC-Potsdam Study. *J Dent Res*, 94, 1369-75.

EICKHOLZ, P. 2013. *Parodontologie von A bis Z : Grundbegriffe für die Praxis*, Quintessenz.

EICKHOLZ, P., KALTSCHMITT, J., BERBIG, J., REITMEIR, P. & PRETZL, B. 2008. Tooth loss after active periodontal therapy. 1: patient-related factors for risk, prognosis, and quality of outcome. *J Clin Periodontol*, 35, 165-74.

FARDAL, O. & LINDEN, G. J. 2010. Long-term outcomes for cross-arch stabilizing bridges in periodontal maintenance patients--a retrospective study. *J Clin Periodontol*, 37, 299-304.

FRENCKEN, J. E., SHARMA, P., STENHOUSE, L., GREEN, D., LAVERTY, D. & DIETRICH, T. 2017. Global epidemiology of dental caries and severe periodontitis - a comprehensive review. *J Clin Periodontol*, 44 Suppl 18, S94-S105.

GATKE, D., HOLTFRETER, B., BIFFAR, R. & KOCHER, T. 2012. Five-year change of periodontal diseases in the Study of Health in Pomerania (SHIP). *J Clin Periodontol*, 39, 357-67.

GIARGIA, M. & LINDHE, J. 1997. Tooth mobility and periodontal disease. *J Clin Periodontol*, 24, 785-95.

GKV SPITZENVERBAND. 2019. *Kennzahlen der gesetzlichen Krankenversicherung* [Online]. Available: https://www.gkv-spitzenverband.de/media/grafiken/gkv_kennzahlen/kennzahlen_gkv_2019_q2/GKV_Kennzahlen_Booklet_Q2-2019_300dpi_2019-09-04.pdf [Accessed 07. November 2019].

GOODACRE, C. J., BERNAL, G., RUNGCHARASSAENG, K. & KAN, J. Y. 2003. Clinical complications in fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent*, 90, 31-41.

GRAETZ, C., DORFER, C. E., KAHL, M., KOCHER, T., FAWZY EL-SAYED, K., WIEBE, J. F., GOMER, K. & RUHLING, A. 2011. Retention of questionable and hopeless teeth in compliant patients treated for aggressive periodontitis. *J Clin Periodontol*, 38, 707-14.

GRAETZ, C., EHRENTHAL, J. C., SENF, D., SEMAR, K., HERZOG, W. & DORFER, C. E. 2013a. Influence of psychological attachment patterns on periodontal disease - a pilot study with 310 compliant patients. *J Clin Periodontol*, 40, 1087-94.

GRAETZ, C., MANN, L., KROIS, J., SALZER, S., KAHL, M., SPRINGER, C. & SCHWENDICKE, F. 2019a. Comparison of periodontitis patients' classification in the 2018 versus 1999 classification. *J Clin Periodontol*, 46, 908-917.

GRAETZ, C., OSTERMANN, F., SPRINGER, C. & SCHWENDICKE, F. 2019b. Survival and maintenance efforts of adhesively attached extracted teeth in periodontitis patients. *J Dent*, 83, 56-60.

GRAETZ, C., OSTERMANN, F., WOESTE, S., SALZER, S., DORFER, C. E. & SCHWENDICKE, F. 2019c. Long-term survival and maintenance efforts of splinted teeth in periodontitis patients. *J Dent*, 80, 49-54.

GRAETZ, C., PLAUMANN, A., SCHLATTMANN, P., KAHL, M., SPRINGER, C., SALZER, S., GOMER, K., DORFER, C. & SCHWENDICKE, F. 2017a. Long-term tooth retention in chronic periodontitis - results after 18 years of a conservative periodontal treatment regimen in a university setting. *J Clin Periodontol*, 44, 169-177.

GRAETZ, C., SALZER, S., PLAUMANN, A., SCHLATTMANN, P., KAHL, M., SPRINGER, C., DORFER, C. & SCHWENDICKE, F. 2017b. Tooth loss in generalized aggressive periodontitis: Prognostic factors after 17 years of supportive periodontal treatment. *J Clin Periodontol*, 44, 612-619.

GRAETZ, C., SCHUTZHOLD, S., PLAUMANN, A., KAHL, M., SPRINGER, C., SALZER, S., HOLTFRETER, B., KOCHER, T., DORFER, C. E. & SCHWENDICKE, F. 2015. Prognostic factors for the loss of molars--an 18-years retrospective cohort study. *J Clin Periodontol*, 42, 943-50.

GRAETZ, C., SCHWENDICKE, F., KAHL, M., DORFER, C. E., SALZER, S., SPRINGER, C., SCHUTZHOLD, S., KOCHER, T., KONIG, J. & RUHLING, A. 2013b. Prosthetic rehabilitation of patients with history of moderate to severe periodontitis: a long-term evaluation. *J Clin Periodontol*, 40, 799-806.

- HAMP, S. E., NYMAN, S. & LINDHE, J. 1975. Periodontal treatment of multirooted teeth. Results after 5 years. *J Clin Periodontol*, 2, 126-35.
- JORDAN, R. A., BODECHTEL, C., HERTRAMPF, K., HOFFMANN, T., KOCHER, T., NITSCHKE, I., SCHIFFNER, U., STARK, H., ZIMMER, S., MICHEELIS, W. & GROUP, D. V. S. I. 2014. The Fifth German Oral Health Study (Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie, DMS V) - rationale, design, and methods. *BMC Oral Health*, 14, 161.
- JOSS, A., ADLER, R. & LANG, N. P. 1994. Bleeding on probing. A parameter for monitoring periodontal conditions in clinical practice. *J Clin Periodontol*, 21, 402-8.
- KASSEBAUM, N. J., BERNABE, E., DAHIYA, M., BHANDARI, B., MURRAY, C. J. & MARCENES, W. 2014. Global Burden of Severe Tooth Loss: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res*, 93, 20S-28S.
- KOCHER, T. & PLAGMANN, H. C. 1999. Root debridement of molars with furcation involvement using diamond-coated sonic scaler inserts during flap surgery - a pilot study. *Journal of Clinical Periodontology*, 26, 525-530.
- KONIG, J., PLAGMANN, H. C., RUHLING, A. & KOCHER, T. 2002. Tooth loss and pocket probing depths in compliant periodontally treated patients: a retrospective analysis. *J Clin Periodontol*, 29, 1092-100.
- LANG, N. P., JOSS, A., ORSANIC, T., GUSBERTI, F. A. & SIEGRIST, B. E. 1986. Bleeding on probing. A predictor for the progression of periodontal disease? *J Clin Periodontol*, 13, 590-6.
- LANG, N. P. & TONETTI, M. S. 2003. Periodontal risk assessment (PRA) for patients in supportive periodontal therapy (SPT). *Oral Health Prev Dent*, 1, 7-16.
- LEE, C. T., HUANG, H. Y., SUN, T. C. & KARIMBUX, N. 2015. Impact of Patient Compliance on Tooth Loss during Supportive Periodontal Therapy: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res*, 94, 777-86.
- LEVIN, L., ZINI, A., LEVINE, J., WEISS, M., LEV, R. A., HAI, A., CHEBATH-TAUB, D. & ALMOZNINO, G. 2018. Dental anxiety and oral health-related quality of life in aggressive periodontitis patients. *Clin Oral Investig*, 22, 1411-1422.
- LINDHE, J. & NYMAN, S. 1977. The role of occlusion in periodontal disease and the biological rationale for splinting in treatment of periodontitis. *Oral Sci Rev*, 10, 11-43.
- LULIC, M., BRAGGER, U., LANG, N. P., ZWAHLEN, M. & SALVI, G. E. 2007. Ante's (1926) law revisited: a systematic review on survival rates and complications of fixed dental prostheses (FDPs) on severely reduced periodontal tissue support. *Clin Oral Implants Res*, 18 Suppl 3, 63-72.
- MATULIENE, G., PJETURSSON, B. E., SALVI, G. E., SCHMIDLIN, K., BRAGGER, U., ZWAHLEN, M. & LANG, N. P. 2008. Influence of residual

pockets on progression of periodontitis and tooth loss: results after 11 years of maintenance. *J Clin Periodontol*, 35, 685-95.

MEISEL, P., EREMENKO, M., HOLTFRETER, B., VOLZKE, H. & KOCHER, T. 2019. The sex paradox in the interplay between periodontitis, obesity, and serum C-reactive protein: Data from a general population. *J Periodontol*.

MOHD-DOM, T., AYOB, R., MOHD-NUR, A., ABDUL-MANAF, M. R., ISHAK, N., ABDUL-MUTTALIB, K., ALJUNID, S. M., AHMAD-YAZIZ, Y., ABDUL-AZIZ, H., KASAN, N. & MOHD-ASARI, A. S. 2014. Cost analysis of periodontitis management in public sector specialist dental clinics. *BMC Oral Health*, 14, 56.

MOMBELLI, A., SCHMID, J., WALTER, C. & WETZEL, A. 2014. Schweizer Qualitätsleitlinien für Parodontologie.

MUNDT, T., SCHWAHN, C., SCHMIDT, C. O., BIFFAR, R. & SAMIETZ, S. 2018. Prosthetic Tooth Replacement in a German Population Over the Course of 11 Years: Results of the Study of Health in Pomerania. *Int J Prosthodont*, 31, 248-258.

PAPAPANOU, P. N., SANZ, M., BUDUNELI, N., DIETRICH, T., FERES, M., FINE, D. H., FLEMMIG, T. F., GARCIA, R., GIANNOBILE, W. V., GRAZIANI, F., GREENWELL, H., HERRERA, D., KAO, R. T., KEBSCHULL, M., KINANE, D. F., KIRKWOOD, K. L., KOCHER, T., KORNMAN, K. S., KUMAR, P. S., LOOS, B. G., MACHTEI, E., MENG, H., MOMBELLI, A., NEEDLEMAN, I., OFFENBACHER, S., SEYMOUR, G. J., TELES, R. & TONETTI, M. S. 2018. Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol*, 89 Suppl 1, S173-S182.

PLAGMANN, H. C. 1998. *Lehrbuch der Parodontologie*, München, Hanser.

PRETZL, B., KALTSCHMITT, J., KIM, T. S., REITMEIR, P. & EICKHOLZ, P. 2008. Tooth loss after active periodontal therapy. 2: tooth-related factors. *J Clin Periodontol*, 35, 175-82.

PRETZL, B., WIEDEMANN, D., COSGAREA, R., KALTSCHMITT, J., KIM, T. S., STAEHLE, H. J. & EICKHOLZ, P. 2009. Effort and costs of tooth preservation in supportive periodontal treatment in a German population. *J Clin Periodontol*, 36, 669-76.

SCHWENDICKE, F., GRAETZ, C., STOLPE, M. & DORFER, C. E. 2014. Retaining or replacing molars with furcation involvement: a cost-effectiveness comparison of different strategies. *J Clin Periodontol*, 41, 1090-7.

SCHWENDICKE, F., KROIS, J., KOCHER, T., HOFFMANN, T., MICHEELIS, W. & JORDAN, R. A. 2018. More teeth in more elderly: Periodontal treatment needs in Germany 1997-2030. *J Clin Periodontol*, 45, 1400-1407.

SCHWENDICKE, F., PLAUMANN, A., STOLPE, M., DORFER, C. E. & GRAETZ, C. 2016a. Retention costs of periodontally compromised molars in a German population. *J Clin Periodontol*, 43, 261-70.

SCHWENDICKE, F., STOLPE, M., PLAUMANN, A. & GRAETZ, C. 2016b. Cost-effectiveness of regular versus irregular supportive periodontal therapy or tooth removal. *J Clin Periodontol*, 43, 940-947.

TONETTI, M. S., BOTTENBERG, P., CONRADS, G., EICKHOLZ, P., HEASMAN, P., HUYSMANS, M. C., LOPEZ, R., MADIANOS, P., MULLER, F., NEEDLEMAN, I., NYVAD, B., PRESHAW, P. M., PRETTY, I., RENVERT, S., SCHWENDICKE, F., TROMBELLI, L., VAN DER PUTTEN, G. J., VANOBBERGEN, J., WEST, N., YOUNG, A. & PARIS, S. 2017. Dental caries and periodontal diseases in the ageing population: call to action to protect and enhance oral health and well-being as an essential component of healthy ageing - Consensus report of group 4 of the joint EFP/ORCA workshop on the boundaries between caries and periodontal diseases. *J Clin Periodontol*, 44 Suppl 18, S135-S144.

VAN WINKELHOFF, A. J., RAMS, T. E. & SLOTS, J. 1996. Systemic antibiotic therapy in periodontics. *Periodontol 2000*, 10, 45-78.

VIEIRA, T. R., MARTINS, C. C., CYRINO, R. M., AZEVEDO, A. M. O., COTA, L. O. M. & COSTA, F. O. 2018. Effects of smoking on tooth loss among individuals under periodontal maintenance therapy: a systematic review and meta-analysis. *Cad Saude Publica*, 34, e00024918.

YI, S. W., ERICSSON, I., CARLSSON, G. E. & WENNSTROM, J. L. 1995. Long-term follow-up of cross-arch fixed partial dentures in patients with advanced periodontal destruction. Evaluation of the supporting tissues. *Acta Odontol Scand*, 53, 242-8.

7 Anhang

Behandlungssitzung	Maßnahmen	Position	Punkte
SRP	Erhebung eines parodontalen Status		39
	Radiologischer Status	Ä925d	34
	SRP einwurzliger Zähne	P200	14
	SRP mehrwurzliger Zähne	P200	26
	Anästhesie	40/ 41a	10
	Postoperative Kontrolle	111	10
OFD	Erhebung eines parodontalen Status		39
	OFD einwurzliger Zähne	P202	22
	OFD mehrwurzliger Zähne	P203	34
	Anästhesie	40/ 41a	10
	Postoperative Kontrolle	111	10
Resektive Maßnahmen	Erhebung eines parodontalen Status		39
	SRP einwurzliger Zähne	P200	14
	SRP mehrwurzliger Zähne	P200	26
	Resektion	47b	72
	Anästhesie	40/ 41a	10
	Postoperative Kontrolle	38	10
Extraktion	Extraktion eines einwurzligen Zahnes	X1	10
	Extraktion eines mehrwurzligen Zahnes	X2	15
	Anästhesie	40/ 41a	10
Schienung	Semipermanente direkte Schienung	K4	11
Füllung	Anästhesie	40/ 41a	10
	Trockenlegung	bmF	10
	Restauration	13a	32
Endodontische Leistungen	Sensibilitätstest	8	6
	Röntgen	Ä925a	36
	Trockenlegung	bmF	10
	Kernaufbau	13b	39
	Wurzelkanalaufbereitung und -füllung	WK/ WF	46

	Trepanation und medikamentöse Einlage	31, 34	26
	Anästhesie	40/ 41	10

Tabelle 12: Aufstellung der Gebührenpositionen für die Behandlungssitzungen nach dem Bewertungsmaßstab zahnärztlicher Leistungen. Der Wert eines Punktes entspricht in Euro (2017) 1,0436 €.

Behandlungssitzung	Maßnahme	Gebührenposition	Euro
UPT	Beurteilung der Mundhygiene	1000	24,80
	Eingehende Untersuchung		18,78
	Sensibilitätstest		6,28
	Röntgen	Ä925a	12,56
	Scaling und Politur	1040	3,62
	Antiseptische Spülung	4020	5,82
	Fluoridierung	1020	6,47

Tabelle 13: Aufstellung der Gebührenpositionen für die unterstützende Parodontitistherapie nach der Gebührenordnung für Zahnärzte.

Positives Ethikvotum vom 14.08.2013 (AZ: D 489/13)

**MEDIZINISCHE FAKULTÄT
DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL**

ETHIK-KOMMISSION



Universitäts-Kinderklinik · Schwannenweg 20 · 24105 Kiel

Dr. Christian Graetz
Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
UKSH, Campus Kiel
24105 Kiel

Postadresse:
Arnold-Heller-Straße 3 / Haus 9
D-24105 Kiel

Telefon 04 31 / 597-1809
Telefax 04 31 / 597-5333
ethikkomm@email.uni-kiel.de

14. August 2013
Datum:


AZ: D 489/13 (bitte stets angeben)
Studienplan: Retrospektive Studie zum Langzeiterhalt von Zähnen und Implantaten bei aggressiver, chronischer Parodontitis und parodontalgesunden Patienten der Klinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie sowie der Klinik für Mund-Kiefer und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel
In Bezug auf Studienplan: D 442/10 Retrospektive Studie zum Langzeiterhalt von Zähnen bei aggressiver und chronischer Parodontitis
Antragsteller: Dr. Christian Graetz
Studienleiter: Prof. Dr. C. Dörfer
Antrag vom: 2. August 2013 (Eingang 7. August 2013)
Anschreiben, Studienplan


Sehr geehrter Herr Kollege Graetz,

vielen Dank für den obengenannten Antrag zur Beratung gemäß § 15 Berufsordnung (BO) der Ärztekammer Schleswig-Holstein.

Nach Durchsicht der Unterlagen durch die Geschäftsstelle und durch mich als Vorsitzenden der Ethik-Kommission bestehen gegen die Durchführung der Studie keine berufsethischen und berufsrechtlichen Bedenken.

Mit freundlichen kollegialen Grüßen


Prof. Dr. med. H. M. Mehdorn
Vorsitzender der Ethik-Kommission


Dr. med. Christine Glinicke
Geschäftsführung der Ethik-Kommission

Positives Ethikvotum vom 24.11.2017 (AZ: D 566/17)

**MEDIZINISCHE FAKULTÄT
DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL**

ETHIK-KOMMISSION



Universitäts-Kinderklinik · Schwanenweg 20 · 24105 Kiel

PD Dr. Christian Graetz
UKSH Campus Kiel
Klinik für Zahnerhaltungskunde und
Parodontologie
Arnold-Heller-Straße 3, Haus 26
24105 Kiel

Postadresse:
Arnold-Heller-Straße 3 / Haus 9
D-24105 Kiel

Telefon 04 31 / 500-14 191
Telefax 04 31 / 500-14 195
ethikkomm@email.uni-kiel.de

Datum: 24. November 2017

AZ.: D 566/17 (bitte stets angeben)
Studienplan: **Untersuchung des Bindungsverhaltens von Parodontitispatienten in Bezug auf die Auflösung des Behandlungsverhältnisses in der initialen, aktiven sowie unterstützenden Parodontitistherapie bei Patienten mit aggressiven und chronischen Parodontalerkrankungen in der Klinik für Zahnerhaltung und Parodontologie des UKSH, Campus Kiel**
Anschreiben v. 13.11.17; Prüfplan Version 2017-11; Patienteninformation Version 2017-11; Fragebogen
In Bezug auf: D 442/10, D 489/13
Studienleiter und Antragsteller: PD Dr. Christian Graetz, Rebecca Kowalski, UKSH Campus Kiel
Antrag vom: 13. November 2017 (Eingang: 16. November 2017)

Sehr geehrter Herr Dr. Graetz,

wir bestätigen den Eingang des obengenannten Antrages zur Beratung gemäß § 15 Berufsordnung (BO) der Ärztekammer Schleswig-Holstein. Nach Durchsicht der Unterlagen durch die Geschäftsstelle und durch mich als Vorsitzenden der Ethik-Kommission bestehen gegen die Durchführung der Studie keine berufsethischen und berufsrechtlichen Bedenken.

Die im Folgenden aufgeführten Hinweise müssen beachtet werden:

1. Bitte überarbeiten Sie die Einwilligungserklärung (es liegt nur ein Datenschutzpassus vor gibt es Auftraggeber und Kooperationspartner? Ansonsten bitte löschen. Es s fehlt die Arztunterschrift etc.) gemäß den Mustertexten unter <http://www.medizin.uni-kiel.de/de/fakultaet/ethik-kommission/sonstige-studien> und **reichen Sie eine entsprechend geänderte Version per E-Mail nach.**
2. Es wird darauf hingewiesen, dass künftige Änderungen der Studie der Ethik-Kommission anzuzeigen sind und gegebenenfalls eine erneute Beratung erforderlich machen.
3. Die ethische und rechtliche Verantwortung für die Durchführung dieser Studie verbleibt beim Studienleiter.
4. Gemäß Deklaration von Helsinki **muss** der Ethik-Kommission nach Studienende ein Abschlussbericht vorgelegt werden, der eine Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Studie enthält.

Wir wünschen Ihnen für die Durchführung Ihrer Studie viel Erfolg.

Mit freundlichen kollegialen Grüßen

Prof. Dr. med. H. M. Mehdorn
Vorsitzender der Ethik-Kommission

Dr. med. Christine Glinicke
Geschäftsführung der Ethik-Kommission

AZ_D 566/17_Nov17

1

8 Danksagung

Ich danke Prof. Dr. Christof Dörfer, für die Möglichkeit zur Weiterbildung und Anfertigung der Dissertationsschrift in der Abteilung für Zahnerhaltung und Parodontologie im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein (Campus Kiel).

Mein besonderer Dank gilt PD Dr. Christian Graetz für die Vergabe des Dissertationsthemas und seine Unterstützung in allen Bereichen, die exzellente Betreuung und das entgegengebrachte Vertrauen.

Ebenfalls danke ich Prof. Dr. Falk Schwendicke für die Unterstützung bei der statistischen Aufbereitung und die effiziente Zusammenarbeit.

Von ganzem Herzen bedanke ich mich bei meinem Mann Eike Engel, meinen Eltern Prof. Dr. Reiner und Dr. Sigrid Biffar, meinem Bruder Simon und meinem Patenonkel PD Dr. Hubert Sassen, deren Energie, Willensstärke und Resilienz mir immer ein Vorbild sein werden. Danke für den immerwährenden und liebevollen Beistand.

Posterbeitrag

Deutscher Zahnärztetag 2018, Frankfurt am Main

Engel, A.S., Graetz, C., Schwendicke, F.

Poster ID 114: Kosten des Zahnerhalts bei Patienten mit Parodontitis in Deutschland

Englischsprachige wissenschaftliche Veröffentlichungen (peer-reviewed)

Journal of clinical periodontology

Schwendicke, F., **Biffar, A.S.**, Graetz, C. (2017): Long- term treatment costs for aggressive periodontitis in a German population. *J Clin Periodontol.* 2017; 44:1245-1252 doi: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12814>

Schwendicke, F., **Engel, A.S.**, Graetz, C. (2018): Long- term treatment costs for chronic periodontitis in a German population. *J Clin Periodontol.* 2018; 45: 1069-1077doi: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12984>