

Wie gut können 12-Jährige ihre Zähne putzen?  
Eine Untersuchung zum Zahnputzverhalten und der damit  
erreichten Plaquefreiheit in einer Zufallsstichprobe 12-Jähriger  
aus Gießen.

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin  
des Fachbereichs Medizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Cordes, Oliver  
aus Andernach

Gießen 2019

Aus dem Institut für Medizinische Psychologie  
des Fachbereichs Medizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Leitung: Frau Prof. Dr. Renate Deinzer

Betreuerin: Prof. Dr. Renate Deinzer

Gutachter: Frau Prof. Dr. Renate Deinzer

Gutachter: Herr Prof. Dr. Peter Rehmann

Tag der Disputation: 17.10.2019

# Theoretischer Hintergrund

---

<b>1 Theoretischer Hintergrund</b>	<b>1</b>
1.1. Einleitung	1
1.2. Folgen mangelnder Plaqueentfernung	3
1.3. Befundlage zur Plaquefreiheit nach Zähneputzen	6
1.4 Aspekte des Zahnputzverhaltens und Zusammenhang zur Plaqueentfernung	8
1.4.1. Putzdauer	10
1.4.2. Zahnputzsystematik	11
1.4.3. Vollständigkeit des Zahnputzvorgangs hinsichtlich des Erreichens aller Flächen und Sextanten	12
1.4.4. Bürstbewegungen	13
1.5. Zusammenfassung und Ableitung der Fragestellung	15
<b>2 Material und Methoden</b>	<b>17</b>
2.1. Studiendesign	17
2.1.1. Ethik	18
2.1.2. Stichprobe	18
2.2. Ablauf eines Untersuchungstermins	20
2.2.1. Datenerfassung	21
2.2.2. Videoanalyse	21
2.3. Variablen	23
2.3.1. Klinische Variablen	23
2.3.1.1. Erhebung der Plaquewerte	24
2.3.1.2. Mundgesundheit	25
2.4. Variablen zur Beschreibung des Zahnputzverhaltens	27
Variablenauswahl	27
Zahnkontaktzeit	27

# Theoretischer Hintergrund

---

Vollständigkeit des Zahnputzvorgangs hinsichtlich des Erreichens aller Flächen und Sextanten	28
Anzahl der ausreichend lange geputzten Segmente	29
Bürstbewegungen	29
2.5. Statistische Datenanalyse	31
<b>3 Ergebnisse</b>	<b>33</b>
3.1. Stichprobe	33
3.1.1. Zahnstatus der Kinder	33
3.1.2. Gingivitis	34
3.1.3. Mundhygienezustand vor Zähneputzen	35
3.2. Analysen zur Fragestellung 1: Plaque nach Putzen	36
3.3. Analysen zur Fragestellung 2: Beschreibung des Zahnputzverhaltens	38
3.3.1. Verteilung der Zahnkontaktzeit	38
3.3.2. Bürstbewegungen	41
3.3.3. Anzahl ausreichend lange geputzter Segmente	42
3.4. Analysen zur Fragestellung 3: Zusammenhang des Zahnputzverhaltens mit Plaquefreiheit nach Putzen	44
<b>4 Diskussion</b>	<b>47</b>
4.1. Merkmale der Stichprobe	48
4.2. Beantwortung Fragestellung 1: Plaquefreiheit nach Putzen	49
4.3. Beantwortung Fragestellung 2: Zahnputzverhalten	51
4.4. Beantwortung Fragestellung 3: Voraussage der Plaquefreiheit über Verhaltensaspekte	53
4.5. Limitierungen	55
4.6. Erkenntnisfortschritt und Darlegung weiterer Forschungsansätze	57
<b>5 Zusammenfassung</b>	<b>59</b>
<b>6 Summary</b>	<b>60</b>

# Theoretischer Hintergrund

---

<b>7</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>62</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>63</b>
<b>10</b>	<b>Anhang</b>	
<b>11</b>	<b>Publikationsverzeichnis</b>	
<b>12</b>	<b>Ehrenwörtliche Erklärung</b>	

## 1 Theoretischer Hintergrund

### 1.1. Einleitung

Parodontale Erkrankungen wie Gingivitis und Parodontitis sind weltweit wie auch in Deutschland weit verbreitet. Sie gehören zu den häufigsten vorkommenden chronischen entzündlichen Erkrankungen (Kassebaum et al., 2014; Jin et al., 2016; Tonetti et al., 2017). Ursächlich für die entzündlichen Reaktionen der Gingiva und des Parodonts ist persistierende und akkumulierende dentale Plaque am Gingivarand (Løe et al., 1965).

Regelmäßige häusliche Mundhygiene, d. h. mechanische Entfernung der Plaque durch das Zähneputzen, dient maßgeblich der Prävention dieser Erkrankungen (Baehni, 2012). Befragungsstudien zeigen, dass sich die Mehrheit der Befragten aus verschiedenen Altersgruppen mindestens einmal täglich die Zähne putzen (Zimmer und Lieding, 2014). Dies gilt auch für 12-jährige Kinder, eine Altersklasse, die in der vorliegenden Studie im Fokus steht (Kuusela et al., 1997; Micheelis und Geyer, 2016).

Trotz dieser täglichen Anstrengungen zur mechanischen Plaqueentfernung bestehen für die genannten plaque-assoziierten Erkrankungen (Gingivitis und Parodontitis) hohe Prävalenzen (Hoffmann und Kocher, 2016; Hoffmann und Schützhold, 2016). Es liegt der Schluss nahe, dass die tägliche Plaqueentfernung nicht gelingt. Mangelnde Putzfertigkeiten könnten möglicherweise eine Ursache hierfür sein und es wurden tatsächlich in Studien mit Erwachsenen solche mangelnden Fertigkeiten erkennbar und auch nach dem Putzen war noch an der Mehrzahl der Gingivarandflächen Plaque nachweisbar (Harnacke et al., 2012a; 2012b; 2015; 2016; Deinzer et al., 2016; Ebel et al., 2018; Petker et al., 2019). Da also anscheinend viele Erwachsene nicht effektiv Zähneputzen können, stellt sich die Frage nach der Ursache. Möglicherweise wird effektives Zähneputzen schon von Kindesalter an nicht richtig gelernt.

Das Zahnputzverhalten im Kindesalter wird maßgeblich durch die Eltern geprägt und beeinflusst (Poutanen et al., 2006). Zusätzlich gibt es in Deutschland aber Unterstützung durch staatlich organisierte Gruppen- und Individualprophylaxemaßnahmen (SGB V §§ 21,22; Becker und Kingreen, 2008), die letztlich die Kinder zum selbstständigen Erhalt suffizienter Mundhygiene befähigen soll. Dabei enden die Maßnahmen der Gruppenprophylaxe in der Regel im Alter von 12 Jahren (nach dem Besuch der 6. Klasse), weshalb genau diese Kinder im Fokus der vorliegenden Studie stehen. Das Ende der Gruppenprophylaxe stellt nämlich eine gewissermaßen natürliche Zäsur in der Mundhygieneförderung dar.

# Theoretischer Hintergrund

---

Ziel der vorliegenden Studie ist es also, die Putzfertigkeit von 12-jährigen Kindern zu überprüfen, indem untersucht wird, wie sauber die Zähne der Kinder unmittelbar nach bestmöglichem Putzen sind. Außerdem wird das Zahnputzverhalten der Kinder analysiert und geprüft, ob und inwieweit sich bestimmte Verhaltensaspekte mit dem Ausmaß des Putzerfolgs in Verbindung bringen lassen. Damit folgt die vorliegende Arbeit in ihrer Methodik einer Reihe aktueller Studien, die ebenso Verhalten im konkret beobachteten Zahnputzvorgang videobasiert analysieren. Diese wurden bei 18-Jährigen und jungen Erwachsenen durchgeführt, aber noch nicht in einer jüngeren Altersgruppe (Winterfeld, 2015; Harnacke et al., 2015; Ebel et al., 2018). In der vorliegenden Arbeit wird das Zahnputzverhalten von zufällig ausgewählten 12-jährigen Kindern aus Gießen untersucht.

In der nun folgenden ausführlichen Darstellung des theoretischen Hintergrunds dieser Arbeit werden zunächst die plaque-assoziierten Erkrankungen Karies, Gingivitis und Parodontitis erläutert, sowie die entsprechenden Prävalenzen dazu dargestellt. Daraufhin werden Befunde aus bisherigen Studien vorgestellt, die das Zahnputzverhalten, speziell den Bürstvorgang, genauer analysieren und Zusammenhänge zur Plaquefreiheit nach Putzen ermitteln. Aus der Zusammenschau dieser Erkenntnisse wird dann die Fragestellung der vorliegenden Arbeit abgeleitet.

## 1.2. Folgen mangelnder Plaqueentfernung

Die Plaque ist ein Biofilm, der aus Bakterien besteht, welche sich zu jeder Zeit im Speichel befinden (Marsh, 2006; Meyle und Chapple, 2015). Sie entsteht auf der Zahnoberfläche durch Ansiedelung von Bakterien, die je nach Stadium der Plaqueentwicklung gehäuft vorliegen. Zu Beginn der Plaqueentwicklung handelt es sich vornehmlich um Bakterien, die die Adhärenz weiterer Bakterien an die Zahnoberfläche ermöglichen. Diese Frühbesiedler heften sich an das Pellikel, eine Membran, die sich nach einer Reinigung des Zahnes sofort auf dessen Oberfläche aus Speichelinhaltsstoffen bildet (Kolenbrander et al., 2010; Hellwig et al., 2013). Später folgen Bakterien, die für eine höhere Widerstandsfähigkeit der Plaque gegenüber Reinigungsmaßnahmen sorgen. Die unterschiedlichen Bakterien können untereinander kommunizieren, genannt „quorum sensing“, und so zielgerichtet das Wachstum des Biofilms vorantreiben (Meyle und Chapple, 2015). Der Zusammenhang zwischen Plaque und Gingivitis konnte schon früh in einer Arbeit von Loe und Kollegen (1965) gezeigt werden. Zwölf Probanden bekamen die Anweisung jegliche Form der Mundhygiene einzustellen. Dies führte zu einer massiven Akkumulation von Plaque. Darauffolgend konnte bei allen Probanden eine Entzündungsreaktion in Form einer Gingivitis beobachtet werden. Die Wiederaufnahme der Mundhygiene und somit Plaqueentfernung hingegen führte über den Zeitraum einer Woche wieder zur vollständigen Heilung der Gingivitis (Loe et al., 1965). Nach der heute vorherrschenden ökologischen Plaquetheorie wird der Zusammenhang zwischen Plaqueakkumulation und der Entstehung von Gingivitis und Parodontitis folgendermaßen erklärt (Marsh et al., 2011): Das erste Stadium der Gingivitis, die initiale Läsion, entwickelt sich bei Vorkommen von Plaque am Gingivarand innerhalb von wenigen Tagen. Klinisch sind keine Entzündungszeichen zu erkennen. Histologisch sind jedoch mehrere Reaktionen zu beobachten. Es kommt unter anderem zu einer entzündlichen Reaktion der Gefäße unterhalb des Saumepithels, einer Auflockerung des koronalen Anteils des Saumepithels, und zu Flüssigkeitsexsudat aus dem Gingivasulkus (Hellwig et al., 2013). Bei Fortbestehen der Plaque entwickelt sich innerhalb von 14 Tagen eine frühe Läsion. Diese ist gekennzeichnet durch eine Verstärkung der bereits beschriebenen Merkmale der Initialen Läsion. Zusätzlich kommt es unter anderem zu einer Ansammlung von Abwehrzellen im gingivalen Bindegewebe, einem Kollagenverlust der sich um den Zahn befindlichen Fasern sowie einer Proliferation des Saumepithels (Hellwig et al., 2013). Innerhalb weniger Wochen nach der frühen Läsion entsteht die etablierte Läsion, die eine chronische Gingivitis darstellt. Zusätzlich zu den Merkmalen der beiden vorherigen Stadien kommen nun die Auflösung des gingivalen Halteapparats, das verstärkte Auftreten von B-Lymphozyten sowie Immunglobuline im Bindegewebe und Saumepithel hinzu. Klinisch ist in der etablierten Läsion eine 2-3 mm tiefe

## Theoretischer Hintergrund

---

Tasche erkennbar (Hellwig et al., 2013). Alle drei Stadien, also auch die etablierte Läsion, sind bei vollständiger Plaqueentfernung reversibel (Löe et al., 1965; Page und Kornman, 1997; Kolenbrander et al., 2010).

Besteht die Plaque am Gingivarand und im Sulkus, also supra- und subgingival, längerfristig, verschiebt sich das ökologische Gleichgewicht der Bakterienkolonie im Sulkus betroffener Zähne, sodass vermehrt pathogenere Bakterien vorliegen. Die pathogeneren Bakterien verursachen mehr Schäden als die vorliegenden Bakterien bei gesunden Individuen (Meyle und Chapple, 2015). Aus der etablierten Läsion entwickelt sich so eine fortgeschrittene Läsion, die eine Parodontitis darstellt (Armitage, 1999). Ohne eine Intervention in Form von ausreichender subgingivaler Plaqueentfernung bleibt die Entzündung bestehen und kann zu einer Parodontitis, dem entzündlichen Abbau des Zahnhalteapparates fortschreiten (Meyle und Chapple, 2015).

Unmittelbare Folge persistierender Plaque sind also zunächst Gingivitis und ggf. später (meist erst im Erwachsenenalter) auch Parodontitis (Hellwig et al., 2013). Daneben ist der Vollständigkeit halber aber auch die Karies als plaque-assoziierte Erkrankung der Zahnhartsubstanz zu nennen. Diese entsteht ebenfalls auf dem Boden dauerhafter Plaqueanlagerungen. Ursächlich sind hier säurebildende Bakterien in der Plaque (König, 1987; Becker et al., 2002), die zu Schäden an der Zahnhartsubstanz führen. Allerdings müssen hierfür die Plaqueanlagerungen deutlich länger persistieren, als dies für die Etablierung einer Gingivitis notwendig ist (Meyer-Lückel et al., 2012). Auch spielen hier noch zahlreiche weitere Faktoren eine Rolle, die nicht unmittelbar mit der Mundhygiene zusammenhängen (Hellwig et al., 2013). Nach heutigem Stand des Wissens ist für die Prävention der Karies die Vermeidung persistierender Plaque zwar naheliegend, jedoch besteht keine ausreichende Evidenz. Stattdessen scheint bereits eine ausreichende und regelmäßige Fluoridierung die Prävalenz erheblich zu reduzieren (Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, 2016). Bei der Prävention der Karies kommt es demnach stärker darauf an, die Fluoridexposition der Zähne zu maximieren. Ein entsprechendes Ernährungsverhalten kann auch dazu führen, dass möglichst wenig Demineralisierung der Zahnhartsubstanz erfolgt. Dagegen steht bei der Prävention von Gingivitis und Parodontitis die Plaqueentfernung, speziell am Gingivarand im Vordergrund (Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde; Deutsche Gesellschaft für Parodontologie e.V., 2018).

# Theoretischer Hintergrund

---

## *Prävalenzen von Gingivitis und Parodontitis weltweit sowie in Deutschland*

Gingivitis und Parodontitis sind ein weltweites Phänomen: Eine schwere Parodontitis liegt global bei 12% aller Menschen vor, in Deutschland bei über 8% (Kassebaum et al., 2014; Tonetti et al., 2017). Die im folgenden genannten Erkenntnisse zur Prävalenz in Deutschland wurden im Rahmen der bevölkerungsrepräsentativen Deutschen Mundgesundheitsstudie IV (Micheelis und Schiffner, 2006) bzw. V (Jordan und Micheelis, 2016) gewonnen, bei der sowohl befragt als auch klinisch untersucht wurde. Bei Betrachtung der schweren Ausprägung ( $\geq 5$ mm klinischer Attachmentverlust) zusammen mit der moderaten (3-4mm Attachmentverlust) Form der Parodontitis, zeigt sich in der deutschen Allgemeinbevölkerung ein alarmierendes Bild: Die Prävalenz der beiden Schweregrade zusammen liegt bei über 50% (DMS V; Hoffmann und Schützhold, 2016; Kocher und Holtfreter, 2016). Die Prävalenz der Gingivitis, welche der Parodontitis vorausgeht, sind noch höher: Sie werden in Deutschland auf bis zu 90% geschätzt (Hoffmann 2006). Diese hohen Prävalenzen zeigen, dass offensichtlich ein großer Präventions- und Behandlungsbedarf hinsichtlich dieser Erkrankungen besteht (Hoffmann und Kocher, 2016).

Wird speziell die Altersgruppe von Kindern betrachtet, welche in der vorliegenden Studie im Fokus stehen, so liegt altersbedingt keine chronische Parodontitis vor, da sie durch die langsame Progredienz zu diesem Zeitpunkt praktisch nicht existent ist (Muhr und Ratka-Krüger, 2012; Kassebaum et al., 2014). Erkennbar ist jedoch, dass bei 12-jährigen Kindern eine hohe Prävalenz der Gingivitis in Höhe von 78% vorliegt (Hofmann und Kocher, 2016).

Diese Befunde deuten darauf hin, dass weder Kinder noch Erwachsene die Plaque am Gingivarand in ausreichendem Maße entfernen.

Dabei wird nach Selbstbericht durchaus häufig genug geputzt (Zimmer und Lieding, 2014; Micheelis und Geyer, 2016). Es spricht also einiges dafür, dass das Zähneputzen nicht ausreichend erfolgreich durchgeführt wird. Hierauf deuten auch einige Studien mit Erwachsenen hin, die im Folgenden genauer beschrieben werden (Harnacke et al., 2012a; 2012b; 2015; 2016; Deinzer et al., 2016; Ebel et al., 2018; Petker et al., 2019).

## 1.3. Befundlage zur Plaquefreiheit nach Zähneputzen

Es wurde bereits erklärt, dass Plaquefreiheit, besonders im Bereich der marginalen Gingiva, als Voraussetzung gilt, um der Entstehung von Gingivitis und Parodontitis vorzubeugen.

Mehrere Untersuchungen konnten bei verschiedenen Altersgruppen zeigen, dass selbst nach bestmöglichem Zähneputzen keine Plaquefreiheit erreicht wird. In diesen Studien wurde insbesondere auch die verbleibende Plaque am Gingivarand analysiert. Dieser wurde für diese Analysen in acht Teilstücke unterteilt, bei denen das Vorliegen oder die Abwesenheit von Plaque registriert wurde (Deinzer et al., 2014). Die Studien ergaben, dass in einer Bandbreite von 39 bis 83% die Gingivarandflächen plaquebesiedelt blieben, obwohl die Probanden im Labor der Aufforderung folgten, ihre Zähne so gut wie nur irgend möglich zu reinigen (Harnacke et al., 2012a; 2012b; 2015; 2016; Deinzer et al., 2016; Ebel et al., 2018; Petker et al., 2019). Einzig eine Studie aus dieser Reihe kam zu anderen Ergebnissen. In dem Versuch herauszufinden, welches Ausmaß an Plaquefreiheit überhaupt erreicht werden kann, wurde eine Stichprobe aus 127 Personen untersucht. Die Stichprobe setzte sich aus Universitäts-Zahnärzten/innen, Zahnmedizinstudierenden und zahnmedizinischen Fachangestellten zusammen. Fast alle Teilnehmer (96%) zeigten an weniger als 30% der Gingivarandflächen persistierende Plaque. Die Hälfte der Teilnehmer schaffte es sogar an 96% aller Gingivarandflächen die Plaque vollständig zu entfernen (Deinzer et al., 2018b). Eine deutlich bessere und hier sogar fast vollständige Plaqueentfernung ist also durchaus möglich.

Die Datenlage scheint demnach eindeutig: Marginal verbleibt bei zahnmedizinischen Laien auch nach bestmöglichem Putzen viel Plaque. Deren Putzfertigkeiten können demnach als ungenügend betrachtet werden. Dies bezieht sich bis jetzt jedoch nur auf die Fertigkeiten von Erwachsenen. In der Gruppe der 12-Jährigen wurde dies noch nicht untersucht. Nach Selbstbericht folgen auch 12-jährige Kinder der Empfehlung, zwei Mal am Tag zu putzen, gleichzeitig geben ca. 80% dieser Altersklasse an, zwei Mal oder häufiger pro Tag zu putzen (Kuusela et al., 1997; Micheelis und Geyer, 2016). Angesichts der hohen Gingivitisprävalenz in dieser Altersgruppe stellt sich die Frage, ob auch hier ein Fertigkeitenmangel vorliegt. Das ist die erste Fragestellung der vorliegenden Arbeit.

Soweit sich entsprechende Defizite bei Kindern beobachten lassen, wird es umso bedeutsamer werden, sich das konkrete Zahnputzverhalten der Kinder genauer anzusehen, um besser zu verstehen, worauf diese Defizite beruhen. Genau dies ist die zweite Fragestellung der vorliegenden Arbeit: Wie führen die Kinder den Zahnputzvorgang aus und in welchem Zusammenhang stehen verschiedene Aspekte der Ausführung mit der Plaquefreiheit nach dem Putzen?

## Theoretischer Hintergrund

---

Das folgende Kapitel fasst bisherige Studien zu dieser Fragestellung zusammen. Da insgesamt nur wenige Studien zum Zahnputzverhalten von 12-Jährigen vorliegen, beinhaltet die Darstellung auch Studien zu anderen Altersklassen.

# Theoretischer Hintergrund

## 1.4 Aspekte des Zahnputzverhaltens und Zusammenhang zur Plaqueentfernung

In der Literatur häufig beschriebene Aspekte des Zahnputzverhaltens sind Häufigkeit, Zeitpunkt, Putzdauer, Putzsystematik, erreichte Flächen sowie Technik bzw. Bürstbewegungen. Teilweise bestehen experten-basierte Empfehlungen zum Zahnputzverhalten. Jedoch ist insgesamt wenig bis gar keine wissenschaftliche Evidenz für qualitativ gutes Zahnputzverhalten vorhanden (Davies et al., 2003; Attin und Hornecker, 2005; Muller-Bolla et al., 2011).

In den folgenden Abschnitten werden die bisherigen Ergebnisse zu den jeweilig analysierten Verhaltensaspekten aufgezeigt. Eine kurze Darstellung des methodischen Vorgehens der in dieser Arbeit genannten Studien findet sich in Tabelle 1.

**Tabelle 1:** Darstellung des methodischen Vorgehens der Studien zum Zahnputzverhalten

Studie	Stichprobe	Putzinstruktion	Video- beobachtung	Erhebung Plaque (Index und Zeitpunkt)	Erfasste Aspekte des Zahnputzverhalten
Rugg-Gunn und Macgregor, 1978	N=87 5, 11, 18-22- Jährige	Keine Angabe	ja	-	Erreichte Flächen, Bürstbewegung, Dauer, Verteilung der Putzzeit auf Flächen
Macgregor und Rugg-Gunn, 1979a	N=115 11-13, 18-22- Jährige	Gewohnheitsmäßig	ja	-	Dauer, Erreichte Flächen, Systematik
Macgregor und Rugg-Gunn, 1979b	N=85 11-13-Jährige	Keine Angabe	ja	-	Dauer, Erreichte Flächen, Anzahl Bürstvorgänge
Macgregor und Rugg-Gunn, 1985	N=60 18-22-Jährige	Keine Angabe	ja	-	Dauer, Erreichte Flächen, Anzahl Bürstvorgänge
Macgregor et al., 1986	N=57 13-Jährige	Keine Angabe	ja	PI <sup>1</sup> nach Putzen	Dauer, Erreichte Flächen, Anzahl Bürstvorgänge
Honkala et al., 1986	N=110 13-Jährige	Gewohnheitsmäßig	ja	WHO <sup>2</sup> vor und nach Putzen	Dauer, Systematik
Creeth et al., 2009	N=47 18-63-Jährige	30s, 45s, 60s, 120s, 180s	nein	TQHI <sup>3</sup> vor und nach Putzen	Dauer

## Theoretischer Hintergrund

Sandstrom et al., 2011	N= 82 6-12-Jährige	Gewohnheitsmäßig	ja	Greene & Vermillion <sup>4</sup> vor und nach Putzen	Systematik
Martignon et al., 2012	N=146 5-8-Jährige	So gut wie möglich	ja	-	Putzdauer, erreichte Flächen
Ganss et al., 2009	N=103 31±6-Jährige	Gewohnheitsmäßig	ja	-	Putzdauer, Bewegung, Druck
Pujar und Subbareddy, 2013	N=105 6-12-Jährige	Gewohnheitsmäßig	nein	O'Leary <sup>5</sup> vor und nach Putzen	Dauer, Bürstgriff
Winterfeld et al., 2015	N=101 18-Jährige	Gewohnheitsmäßig	ja	-	Dauer, Flächen, Bewegungen, Systematik,
Harnacke et al., 2015	N=70 18-Jährige	Bestmöglich	ja	MPI <sup>6</sup> nach Putzen	Dauer, Flächen, Bewegungen, Systematik,
Ebel et al., 2018	N=98 18-Jährige	Bestmöglich	ja	MPI, TQHI nach Putzen	Dauer, Flächen, Bewegungen, Systematik
Petker et al., 2019	N=60 Studierende	Bestmöglich	ja	MPI, TQHI vor und nach Putzen	Dauer, Flächen, Bewegungen, Systematik

<sup>1</sup>Plaque Index nach Silness und Løe, 1964; <sup>2</sup>Oral Debris Index (World Health Organization. Oral Health Programme, 1979); <sup>3</sup>Quigley-Hein-Index modifiziert nach Turesky et al., 1970; <sup>4</sup>Plaque Index Greene und Vermillion, 1964; <sup>5</sup>Plaque Index O'Leary et al., 1972; <sup>6</sup>Marginaler Plaque Index nach Deinzer et al., 2014;

Die nun folgende Darstellung der Ergebnisse vorheriger Studien ist wie folgt strukturiert: Für die jeweiligen Verhaltensaspekte werden zunächst vorherrschende Expertenempfehlungen wiedergegeben, Selbstberichtsdaten aus Befragungsstudien dargelegt, das beobachtete Putzverhalten beschrieben und die Erkenntnisse zusammengefasst, die das jeweilige Zahnputzverhalten mit der Plaquefreiheit nach Putzen in Verbindung bringen.

### 1.4.1. Putzdauer

Die Empfehlung zur Putzdauer verschiedener Fachgesellschaften liegt größtenteils bei mind. zwei Minuten (Center for Scientific Information, ADA Science Institute, 2018). Es wird sich bei dieser Empfehlung auf eine Beobachtungsstudie berufen, welche zeigte, dass bei zwei-minütigem Putzen signifikant mehr Plaque entfernt wird, als bei einer Putzdauer von 45

## Theoretischer Hintergrund

---

Sekunden (Creeth et al., 2009). Falls länger geputzt wird, steigt die Plaqueentfernung nicht linear an, stattdessen flacht der Zusammenhang ab (Creeth et al., 2009). Bei Studien mit Kindern im Alter von 6-14 wurde dieser Zusammenhang ebenfalls beobachtet (Honkala et al., 1986; Sandstrom et al., 2011).

Ein Review der Arbeitsgruppe Slot bestätigt diese Annahme. Diese Metaanalyse bezieht sich auf Studien mit Erwachsenen, in denen die prozentuale Plaqueentfernung nach Putzen dokumentiert worden war und in denen die Putzzeit festgelegt worden war. Dabei verglich keine der eingegangenen Studien die Putzzeiten direkt. In den Studien, in denen nur eine Minute geputzt worden war, wurden die Plaqueindizes um durchschnittlich 26% reduziert, bei zwei-minütigem Putzen jedoch um 41% (Slot et al., 2012). Eine längere Putzdauer fand sich insgesamt in nur wenigen Studien und ging hinsichtlich der Plaqueindizes nicht in die Auswertung mit ein.

Nach Selbstbericht wird die empfohlene Putzdauer anscheinend in der Regel eingehalten: 76% der befragten Probanden aus allen Altersgruppen geben an, mindestens zwei Minuten zu putzen (Zimmer und Lieding, 2014).

Ältere Videostudien mit Kindern zeigten noch andere Ergebnisse. Hier putzten die Kinder lediglich etwa eine Minute lang (Macgregor und Rugg-Gunn, 1979b, 1985; Macgregor et al., 1986). Neuere Videostudien mit Erwachsenen hingegen stimmen durchaus mit den selbstberichteten Angaben überein. Dort bewegt sich die Putzdauer durchschnittlich zwischen 87 Sekunden und 156 Sekunden (Ganss et al., 2009; Sandstrom et al., 2011; Martignon et al., 2012; Pujar und Subbareddy, 2013; Winterfeld et al., 2015).

Allerdings ist zu bedenken, dass selbst bei Individuen, die zwei Minuten Putzzeit erreichen, nie eine vollständige Plaquefreiheit gegeben ist (Honkala et al., 1986; van der Weijden und Hioe, 2005; Harnacke et al., 2015; Ebel et al., 2018; Petker et al., 2019). Auch aus diesem Grund empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), die genaue Putzzeit immer abhängig von den individuellen Ausgangsvoraussetzungen der putzenden Person zu machen (Dörfer et al., 2007). Wichtiger erscheint zumindest der DGZMK die Systematik und Vollständigkeit des Zähneputzens, bei der alle Zähne und deren Flächen abgedeckt werden sollen (Dörfer et al., 2007). Im nächsten Abschnitt wird die Systematik genauer betrachtet.

# Theoretischer Hintergrund

---

## 1.4.2. Zahnputzsystematik

Wie bereits erwähnt, hält die DGZMK Systematik und Vollständigkeit wichtig für den Putzerfolg (Dörfer et al., 2007). Was genau ist jedoch systematisches Putzen? Es bestehen unterschiedliche Definitionen für den Begriff der Systematik. Am häufigsten wird sie jedoch als die Abfolge der zu putzenden Flächen beschrieben. Passend dazu geben im Selbstbericht mehr als die Hälfte der Befragten aus verschiedenen Altersgruppen an, auf die Reihenfolge zu achten (Zimmer und Lieding, 2014). Im Laufe der Zeit wurden unterschiedliche Empfehlungen zur Systematik im Sinne einer bestimmten Abfolge geäußert. 1921 wurde von Fones empfohlen, zunächst die Außenflächen, danach Innenflächen und abschließend Kauflächen zu putzen (Fones, 1921). Mittlerweile empfiehlt die Jugendzahnpflege in Deutschland die *KAI Plus Systematik*. Im Rahmen dieser werden zuerst Kauflächen, dann Außenflächen und abschließend Innenflächen geputzt (Thumeyer, 2016). Plus steht in diesem Fall dafür, dass die Eltern nach dem Putzvorgang der Kinder noch einmal selbst nach putzen, und zwar solange, bis die Kinder flüssig die Schreibrift beherrschen.

Diese flächendeckend in der Gruppenprophylaxe gelehrt KAI-Putzsystematik soll dafür sorgen, dass alle Flächen aller Zähne geputzt werden und somit eine erhöhte Plaqueentfernung erreicht wird (Thumeyer, 2016). In einer finnischen Studie wurde ebenfalls geäußert, dass Plaqueentfernung durch eine gute Systematik (s. Tab. 1) verbessert wird (Honkala et al., 1986).

In Hessen wird zudem die Systematik über ein Zahnputzlied gelehrt (Zahnputz-Zauber, 2012). Mithilfe der festgelegten Abfolge des Putzens soll ein vollständiger Zahnputzvorgang gewährleistet werden. Innerhalb dieser Abfolge sind jeweils Strophen den zu putzenden Flächen zugeordnet (Deinzer et al., 2019).

Diejenigen, die oben dargestellten Beobachtungsstudien, die Aspekte der Putzsystematik erfasst haben, legen allerdings nahe, dass selten systematisch geputzt wird. In der Studie von Sandstrom et al., 2011 erfüllten nur 32% der beobachteten 12-jährigen Kinder das Kriterium für systematisches Putzen, d.h. von einer Seite des Kiefers bis zur anderen oder jeweils die Flächen direkt nacheinander in allen Kieferabschnitten zu putzen. Der häufige Sextantenwechsel wurde sowohl bei Kindern (Macgregor und Rugg-Gunn, 1979a), als auch bei jungen Erwachsenen beobachtet (Winterfeld et al., 2015). Ein anderes Maß für Putzsystematik ist die Gleichmäßigkeit, mit der die Putzzeit über Flächen und Sextanten verteilt wird. In Untersuchungen von 18-Jährigen zeigte sich zudem, dass diese das Ausmaß der Plaquereduktion vorhersagt (Harnacke et al., 2015; Ebel et al., 2018). Allerdings zeigen

## Theoretischer Hintergrund

---

diese Studien und weitere Studien mit jungen Erwachsenen auch, dass orale Flächen in der Regel deutlich kürzer geputzt werden als vestibuläre Flächen.

Obwohl systematisches Putzen als sinnvoll erachtet wird und auch gelehrt wird, zeigen die vorhandenen Beobachtungsstudien demnach, dass die Empfehlungen hierzu nicht umgesetzt werden.

### 1.4.3. Vollständigkeit des Zahnputzvorgangs hinsichtlich des Erreichens aller Flächen und Sextanten

Die Empfehlung, welche Flächen geputzt werden sollen, ist so naheliegend wie simpel: Alle Flächen sollten geputzt werden (Davies et al., 2003; Dörfer et al., 2007).

Eine ältere Beobachtungsstudie zeigte, dass sich Kinder bzw. Erwachsene in den Bereichen unterscheiden, die sie vermehrt putzen. Kinder konzentrieren sich in Ober- und Unterkiefer hauptsächlich auf die Außenflächen, während die Innenflächen vermehrt im Unterkiefer und dort mehr anterior geputzt werden. Erwachsene putzen Ober- und Unterkiefer fast gleich lang, dort jedoch mehr okklusal und posterior bukkal (Rugg-Gunn und Macgregor, 1978).

In einem Kohortenvergleich zweier Studien, die 18-Jährige untersuchten zeigte sich, dass beide Kohorten die oralen Sextanten vernachlässigen. In diesen Studien wurde die Dentition in Sextanten unterteilt und jeweils die Innen- und Außenfläche eines Sextanten beurteilt, sodass insgesamt 12 Flächen abgegrenzt wurden. Dies geht sogar so weit, dass ca. 13% beider Kohorten überhaupt nicht oral putzen (Deinzer et al., 2018a).

Eine weitere Beobachtungsstudie bei 12-jährigen stellt sogar fest, dass 20% der Kinder orale Flächen überhaupt nicht geputzt hatten (Martignon et al., 2012).

In der Literatur zeigt sich ein einheitliches Bild: Nur selten werden alle Flächen aller Sextanten erreicht und es besteht eine auffällige Vernachlässigung von oralen Flächen.

### 1.4.4. Bürstbewegungen

Die DGZMK empfiehlt aufgrund der unklaren Evidenzlage keine Technik oder Bewegung (Dörfer et al., 2007). In der Gruppenprophylaxe werden von der Landesarbeitsgemeinschaft Jugendzahnpflege in Hessen (LAGH) zuerst kreisende und horizontale sowie vertikale Bewegungen empfohlen, bei steigender Geschicklichkeit werden zudem rüttelnde Bewegungen hinzugefügt. Die Bewegungen sollen abhängig von der Lokalisation des zu putzenden Bereichs erfolgen (Thumeyer, 2016). Diese Empfehlungen werden jedoch in zwei

## Theoretischer Hintergrund

---

Städten in Hessen, wo auch die Daten der vorliegenden Arbeit erhoben wurden, nicht komplett umgesetzt. In Gießen wird strikt nach dem Zahnputzlied der LAGZH geputzt (Zahnputz-Zauber, 2012), welches folgendes vorgibt: Auf Kauflächen schrubgend, auf Außenflächen kreisend und Innenflächen vertikal vom Zahnfleisch Richtung Kauflächen hin (von Rot nach Weiß) wischend. Auch in Marburg wird meist diese Reihenfolge gelehrt (Weber, In Vorbereitung). Es fehlen also die rüttelnden Bewegungen als Zusatz (s.o.). Die bereits erwähnte ADA empfiehlt im 45 Grad Winkel die Außenflächen und Innenflächen mit horizontalen Bewegungen zu Putzen. Bei Frontzähnen wird angeraten mit vertikalen Bewegungen zu Putzen (American Dental Association, 2012).

Zwei Befragungsstudien ergeben, dass kreisende Bewegungen von Schülern als wichtig angesehen werden. In einer Studie geben die Schüler an, dass sie die kreisende Bewegung am häufigsten anwenden (Zimmer und Lieding, 2014). In einer anderen Studie geben sie an, dass sie diese kreisende Bewegung als effektivste Bewegung betrachten (Deinzer und Micheelis, 2008).

Die Ergebnisse aus den Beobachtungsstudien zeigen folgendes Bild: Eine frühere Studie von Macgregor und Kollegen aus England fand eine Häufung von vertikalen Bürstbewegungen bei Erwachsenen (Rugg-Gunn und Macgregor, 1978). Die aktuellen Studien aus Deutschland berichten dagegen von einem Überwiegen horizontaler und kreisender Bewegungen (Deinzer et al., 2018a).

Weiterhin scheinen die ausgeführten Bewegungen von der Lokalisation der zu reinigenden Flächen abzuhängen. Eine Beobachtungsstudie mit 18-Jährigen zeigte, dass an vestibulären Stellen hauptsächlich kreisende und horizontale Bewegungen ausgeführt werden, oral hingegen posterior mit horizontalen und anterior mit vertikalen Bürstbewegungen geputzt wird (Winterfeld, 2015).

Gerade hinsichtlich der Bürstbewegungen liegt bis heute keine ausreichende Evidenz vor, um die o.g. Empfehlungen für bestimmte Bürsttechniken wissenschaftlich begründen zu können (Muller-Bolla et al., 2011). Entsprechend interessant sind Studien, die die Bürstbewegungen mit der erreichten Plaquefreiheit in Verbindung bringen. Derartige Analysen wurden in den Studien von Harnacke et al. (2015), Ebel et al. (2018) und Petker et al. (2019), berechnet. Kreisende Bewegungen und die gleichmäßige Verteilung der Putzzeit scheinen mit der Plaquefreiheit nach dem Putzen in Zusammenhang zu stehen (Harnacke et al., 2015; Ebel et al., 2018).

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass eine Putzdauer von zwei Minuten angemessen ist und es scheint auch, dass diese Dauer von den meisten Individuen umgesetzt

## Theoretischer Hintergrund

---

wird. Eine bestimmte Systematik wird empfohlen, allerdings nur von wenigen angewandt. Dies könnte ein Grund dafür sein, dass nur eine schlechte Vollständigkeit des Zahnputzvorgangs zu beobachten ist.

Abschließend werden die bisherigen Befunde zusammengefasst und Fragestellungen abgeleitet.

## 1.5. Zusammenfassung und Ableitung der Fragestellung

Dentale Plaque, welche auf dem Zahn in der Nähe des Gingivarands verbleibt, ist die maßgebliche Ursache für die Entwicklung entzündlicher Parodontalerkrankungen, also Gingivitis und Parodontitis (Löe et al., 1965). Trotz (nach Selbstbericht) regelmäßig durchgeführter Mundhygiene bestehen für diese Erkrankungen hohe Prävalenzen (Seymour et al., 2007; Zimmer und Lieding, 2014; Kassebaum et al., 2014; Tonetti et al., 2017). Offensichtlich gelingt es nicht, Plaque vollständig bzw. ausreichend zu entfernen. Dafür sprechen auch die Ergebnisse einer Reihe von Studien, die zeigen, dass unmittelbar nach dem Putzen bei weitem keine Plaquefreiheit vorliegt, selbst wenn die Probanden aufgefordert werden, sich so gründlich wie nur möglich die Zähne zu reinigen (Harnacke et al., 2012a; 2012b; 2015; 2016; Deinzer et al., 2016; Ebel et al., 2018; Petker et al., 2019). In diesem Kontext wurden bisher jedoch nur ProbandInnen ab einem Alter von 18 Jahren untersucht und noch keine jüngere Stichprobe, wie in der vorliegenden Arbeit. Diese Studien zeigen darüber hinaus, dass das Putzverhalten junger Erwachsener trotz der in Deutschland stattfindenden Prophylaxemaßnahmen mehrheitlich weder systematisch noch dazu geeignet ist, alle Sextanten und Flächen zu erreichen (Harnacke et al., 2012a; 2012b; 2015; 2016; Deinzer et al., 2016; Ebel et al., 2018; Deinzer et al., 2018a; Petker et al., 2019). Analysen zum Zusammenhang zwischen Putzverhalten und Plaquefreiheit weisen entsprechend insbesondere auf eine hohe Bedeutung der Putzsystematik hin, während die anderen Parameter (Gesamtdauer oder Bürstbewegungen) nicht in konsistenter Weise damit verbunden sind. Allerdings wurden bislang entsprechende Zusammenhangsanalysen nur in drei Studien durchgeführt (Harnacke et al., 2015; Ebel et al., 2018; Petker et al., 2019). Mit diesen Daten wird deutlich, dass ein wichtiges Ziel der gesetzlich verankerten Maßnahmen der Gruppen- und Individualprophylaxe nicht erreicht wird: Die dauerhafte Plaqueentfernung zur Aufrechterhaltung guter Mundhygiene, um damit plaqueassoziierten Erkrankungen vorzubeugen. Es stellt sich nun die Frage: Wurde dieses Ziel nie erreicht oder haben die Erwachsenen Fertigkeiten, die in Gruppenprophylaxe erworben wurden, ganz oder teilweise wieder verlernt. Die vorliegende Arbeit könnte diesbezüglich Erkenntnisse liefern, indem sie 12-jährige Kinder untersucht, die altersentsprechend gerade die in Deutschland flächendeckenden Gruppenprophylaxemaßnahmen durchlaufen haben sollten. Falls die Kinder in der Lage sind, Plaque erfolgreich zu entfernen, kann davon ausgegangen werden, dass die Prophylaxemaßnahmen erfolgreich waren. Die relativ hohe Gingivitisprävalenz, nämlich 77,6%, in dieser Altersgruppe in Deutschland (Hoffmann und Kocher, 2016) würde dann womöglich dafürsprechen, dass eher motivationale Aspekte eine ursächlich sind, d. h. nicht oder zu selten geputzt wird. Allerdings würde dies im Widerspruch stehen mit Daten, die

## Theoretischer Hintergrund

---

aus Befragungsstudien gewonnen wurden, in welchen die Mehrheit der deutschen Bevölkerung angibt, mind. ein- bis zweimal täglich die Zähne mit einer Putzzeit von mindestens zwei Minuten zu putzen (Kuusela et al., 1997; Zimmer und Lieding, 2014). Fiele die Plaqueentfernung mangelhaft aus, wäre dies dann jedoch ein Hinweis darauf, dass die Fertigkeiten nicht richtig erlernt wurden. In diesem Fall könnte die Analyse des Putzverhaltens möglicherweise Aufschluss über die Ursachen geben. Diese Erkenntnisse könnten dann wiederum dazu beitragen, die Gruppenprophylaxe zu verbessern oder auch herauszufinden welche Punkte in der Individualprophylaxe vertieft werden sollten.

Ziel der vorliegenden Studie ist es demnach, zu prüfen, wie erfolgreich Kinder am Ende der Gruppenprophylaxe ihre Zähne putzen. Dabei wird zusätzlich ihr Zahnputzverhalten beobachtet und es wird geprüft, inwiefern die Sauberkeit unmittelbar nach Putzen mit bestimmten Putzverhaltensaspekten in Verbindung steht.

Folgende Fragestellungen werden also untersucht:

1. Wie plaquefrei sind 12-jährige Kinder unmittelbar nach bestmöglichem Putzen?

Diese Fragestellung liefert die Grundinformation, wie gut es den Kindern gelingt, Plaquefreiheit herzustellen. Nach den bisherigen Erkenntnissen bei älteren Stichproben, ist davon auszugehen, dass ihnen das nur teilweise gelingt.

2. Wie putzen diese Kinder ihre Zähne? Wie lange putzen sie, welche Flächen werden erreicht, welche Bürstbewegungen zeigen sie?

An dieser Stelle werden die Verhaltensvariablen, die den Putzvorgang kennzeichnen, untersucht. So kann ein Vergleich zwischen dem Verhalten 12-Jähriger und älteren Stichproben gezogen werden. Gerade im Hinblick auf die erwartete unvollständige Plaquefreiheit werden hier die Basisdaten für die nächste Fragestellung gesammelt.

3. Welche der beobachteten Verhaltensaspekte sagen die Plaquefreiheit nach Putzen voraus?

Aus diesen Analysen sollen Hypothesen generiert werden, welche Verhaltensaspekte am ehesten Plaquefreiheit nach dem Putzen bedingen.

## 2 Material und Methoden

### 2.1. Studiendesign

Entsprechend der Fragestellungen verwendet die vorliegende Studie einen korrelativen Ansatz. Die hier beschriebene Untersuchung war Teil eines größeren Forschungsprojekts, in welchem auch verschiedene demografische und psychologische Variablen über Fragebögen erfasst wurden. Diese Fragebögen werden jedoch nicht weiter behandelt, da sie nicht die Fragestellungen der vorliegenden Arbeit betreffen. Es wurden insgesamt 90 Probanden in Marburg und 99 Probanden in Gießen untersucht. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Gießener Kohorte, die Analyse der Marburger Kohorte ist Gegenstand eines weiteren Promotionsverfahrens. Die Untersuchungen fanden in den Räumlichkeiten des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Gießen von Juli 2015 bis Februar 2016 statt.

Das Forschungsprojekt wurde von den folgenden Instituten und Personen initiiert und verantwortet:

1. Institut für Medizinische Psychologie, Justus-Liebig-Universität Gießen,  
Prof. Dr. R. Deinzer
2. Abteilung für Kinderzahnheilkunde, Justus-Liebig-Universität Gießen,  
Prof. Dr. Dr. N. Krämer
3. Psychologische Fakultät, Arbeitsgruppe Differentielle und Persönlichkeitspsychologie  
Phillips-Universität Marburg,  
Dr. Jutta Margraf-Stiksrud
4. Abteilung für Kinderzahnheilkunde, Phillips-Universität Marburg,  
Prof. Dr. K. Pieper

Die Untersuchungen wurden durchgeführt von Julia Weber (JW) und Oliver Cordes (OC), die im Untersuchungszeitraum noch Studierende der Zahnmedizin waren und für den Versuchsablauf sowie die Befunderhebung zuständig waren. Unterstützt wurden sie von den approbierten Zahnärzten/innen Gesine Senker (GS), Sophie Schmidt (SS), Can Firsatbul (CF) und Tilmann Seifert, die einerseits die zahnärztliche Verantwortung übernahmen sowie die Dokumentation der erhobenen Befunde erledigten. Die Videoauswertung wurde von Lisa Hassebrauck (LH), Ghassan Al-Falouji (GF) und Oliver Cordes vorgenommen.

# Material und Methoden

---

## 2.1.1. Ethik

Vor Rekrutierungsbeginn wurde das Studienprotokoll von der Ethikkommission des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen positiv begutachtet (AZ 42/13). Alle an der Studie teilnehmenden Kinder wurden zusammen mit ihren Eltern vor Studienbeginn ausführlich sowohl mündlich als auch schriftlich über Inhalt und Ablauf der Studie informiert. Eine Studienteilnahme setzte das schriftliche Einverständnis des Kindes sowie eines Sorgeberechtigten voraus.

## 2.1.2. Stichprobe

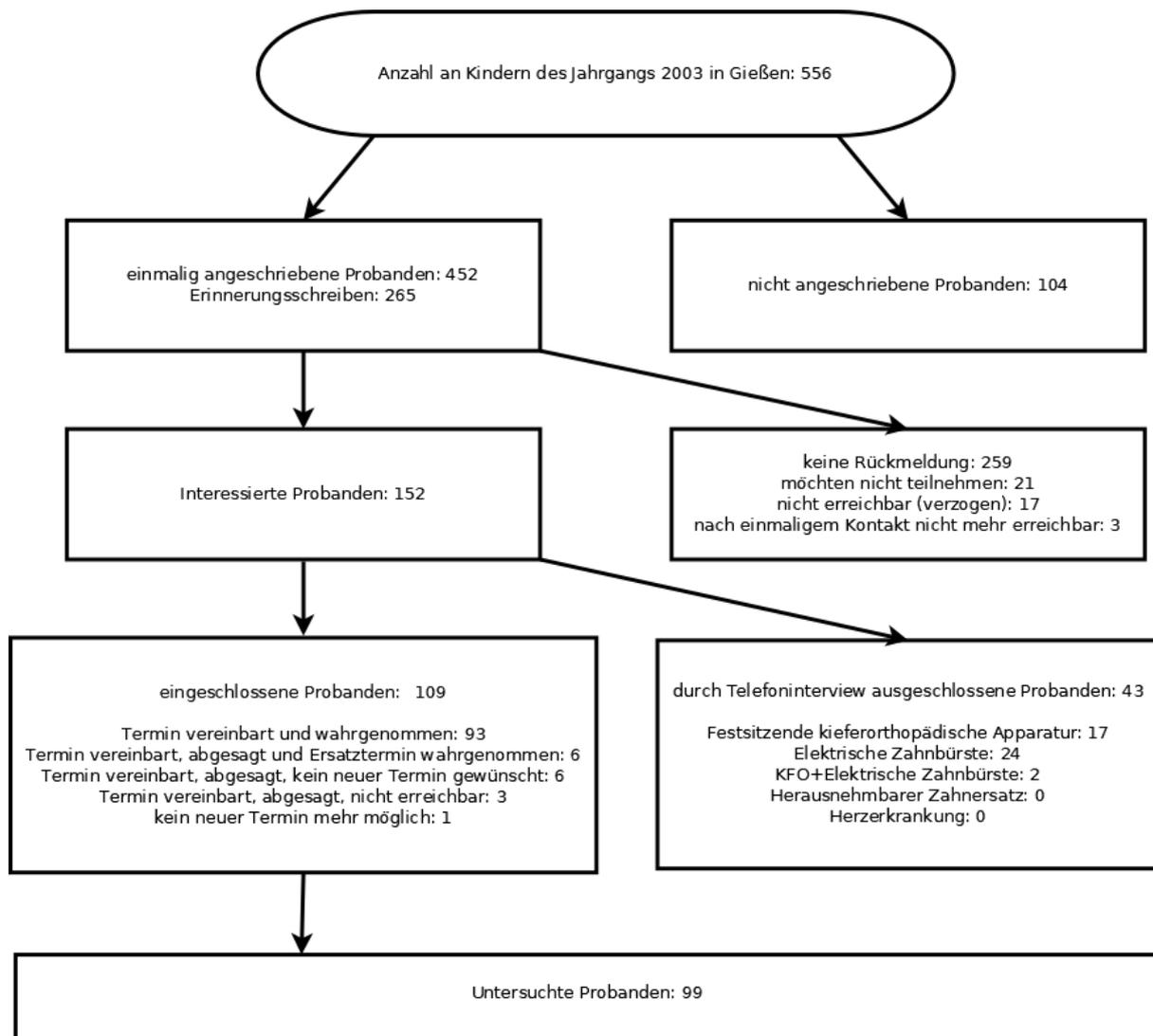
Die Fragestellung der vorliegenden Studie bezog sich auf das Zahnputzverhalten von Kindern im Alter von 12 Jahren (Zeitpunkt, zu welchem die meisten Kinder die Gruppenprophylaxe gerade abgeschlossen haben). Der Rekrutierungsprozess ist in Abbildung 1 zusammenfassend dargestellt. Zur Rekrutierung wurde durch das Gießener Stadtamt eine vollständige Liste der zu Rekrutierungsbeginn gemeldeten Zielpersonen (alle in Gießen gemeldeten Kinder des Jahrgangs 2003) zu Verfügung gestellt. Aus dieser Liste wurde mittels Zuordnung von Zufallszahlen in einer ersten Rekrutierungswelle eine Zufallsauswahl von 100 Personen angeschrieben (Schreiben siehe Anhang). In diesem Anschreiben wurden die Kinder über den Inhalt und den Ablauf der Studie informiert, unter anderem auch über die Aufwandsentschädigung von 20-25 Euro. Sowohl telefonisch als auch per E-Mail konnten sich interessierte Kinder beziehungsweise deren Eltern im Institut für Medizinische Psychologie der Universität Gießen melden. Erfolgte keine Rückmeldung, wurde nach etwa vier Wochen ein Erinnerungsschreiben verschickt. Entsprechend der Ausschöpfungsquote wurde dieses Prozedere wiederholt bis eine Gesamtteilnehmerzahl von 99 Kindern erreicht wurde.

Nach Rückmeldung von Kindern bzw. deren Eltern, die an einer Studienteilnahme interessiert waren, erfolgten in einem Telefongespräch nochmals Informationen zur Studie sowie die Abklärung der Ausschlusskriterien (siehe unten) über ein kurzes strukturiertes Interview. Sofern keine Ausschlusskriterien zutrafen, wurde ein Termin für die Untersuchung vereinbart. Außerdem erhielten die Kinder erneut ein Anschreiben mit einer Wegbeschreibung zu den Untersuchungsräumen, Internet-Links zu den Online-Fragebögen sowie der Einverständniserklärung (siehe Anhang), die vor Untersuchungsbeginn vom Kind sowie einem Sorgeberechtigten unterschrieben werden musste.

# Material und Methoden

## Ausschlusskriterien

Da die vorliegende Arbeit das Zahnputzverhalten mit der Handzahnbürste untersuchte, wurden Kinder, die sich gewöhnlich mit einer elektrischen Zahnbürste die Zähne putzen von einer Studienteilnahme ausgeschlossen. Weitere Ausschlusskriterien waren festsitzende kieferorthopädische Apparaturen, da diese die Plaqueentfernung erschweren und somit nicht den „Normal“-Zustand darstellen. Herausnehmbarer Zahnersatz war aufgrund des großen Unterschieds zu den nicht prothetisch versorgten Kindern ebenfalls ein Ausschlusskriterium. Zudem wurden Kinder ausgeschlossen, die aufgrund einer Herzerkrankung im Rahmen der Untersuchung eine Endokarditisprophylaxe benötigen würden. Die unnötige Antibiotikabelastung durch die Endokarditisprophylaxe sollte vermieden werden.



**Abbildung 1:** Flow Chart Probandenrekrutierung

## 2.2 Ablauf eines Untersuchungstermins

Im Folgenden wird der Ablauf eines Untersuchungstermins dargestellt. Es sei an dieser Stelle nochmal darauf hingewiesen, dass die vorliegende Untersuchung Bestandteil eines größeren Forschungsprojekts ist, bei welchem über die für diese Arbeit relevanten und berichteten Daten hinaus weitere Variablen erhoben wurden.

Bereits bei der telefonischen Terminvergabe wurden die an der Studie teilnehmenden Kinder instruiert, sich in den vier Stunden vor Untersuchungsbeginn nicht mehr die Zähne zu putzen. Nach Ankunft in den Untersuchungsräumen wurde das schriftliche Einverständnis zur Studienteilnahme von den Probanden sowie eines Sorgeberechtigten eingeholt. Die Kinder und die anwesenden Sorgeberechtigten hatten hier noch einmal die Gelegenheit, offene Fragen zu klären.

Die Untersuchung begann mit der Erhebung des Zahnbefunds zur Erfassung des DMF(T). Darauf folgte die Erhebung des aktuellen Mundhygieniezustandes durch die Bestimmung der Plaqueswerte. Anschließend wurde als Maß für den Entzündungszustand der Gingiva deren Blutungsneigung erfasst. Nun wurden die Kinder aufgefordert, sich vor einem Tablet-PC, welcher als Doppelfunktion Spiegel und Videoaufnahmegerät war, die Zähne zu putzen. Der Tablet-PC wurde so positioniert, dass das Kind ihn bequem als Spiegel verwenden konnte. Hierfür war eigens eine höhenverstellbare Halterung entwickelt worden. Die Putzinstruktion erfolgte standardisiert mit den folgenden Worten: „Ich bitte dich nun, dir die Zähne so gründlich wie möglich zu putzen, so dass sie ganz sauber sind. So gut wie du kannst.“ Die Kinder wurden dann für den Zeitraum des Putzens allein gelassen. Mit einem akustischen Signal konnten Kinder nach dem Putzvorgang die Untersucher wieder hereinbitten. Unmittelbar nach dem Putzvorgang wurde die nach dem Putzen verbliebene Plaque erfasst. Danach folgte die Erhebung des Zahnflächenbefunds zur Erfassung des DMF(S). Zum Abschluss füllten die Probanden den Fragebogen zum Mundgesundheitswissen (Pieper et al., 2012) aus. Falls die restlichen Fragebögen nicht bereits vor dem Termin ausgefüllt worden waren, konnte dies vor Ort nachgeholt werden. Abschließend erhielten die Kinder eine Aufwandsentschädigung, deren Höhe sich auf 25 Euro belief, sofern alle Fragebögen ausgefüllt worden waren und auf 20 Euro, wenn dies nicht der Fall, war.

### 2.2.1. Datenerfassung

Die Dokumentation der zahnmedizinischen Daten erfolgte auf Ansage des Untersuchenden (JW, OC) durch die zahnärztliche Assistenz (GS, SS, CF, TS) mittels des Programms Multizentrische Dokumentation (Zentrum für Zahn-, Mund-, Kieferheilkunde Gießen, 2019). Dabei handelt es sich um ein Patientenverwaltungsprogramm, das die Eingabe verschiedener Indizes, zugeordnet zu einer Studie, bei jedem Patienten erlaubt.

Nun werden die technischen Gegebenheiten der Datenerhebung für die Verhaltensvariablen erklärt.

Der Zahnputzvorgang erfolgte in einem Behandlungsraum im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Gießen. Die Videoaufzeichnung des Putzvorgangs erfolgte mit dem Tablet Fujitsu Stylistic M 532, das zugleich als Spiegel fungierte, da die Videoaufnahme mit der Frontkamera erfolgte und das erfasste Bild auf dem Tablet angezeigt wurde. In einer höhenverstellbaren Halterung konnte das Tablet immer optimal an die Größe des Kindes angepasst werden. Unterhalb der Halterung befand sich ein Waschbecken, um eine Ausspuck- und Ausspülmöglichkeit zu bieten.

Die Kinder putzten Zähne mit einer speziellen Handzahnbürste namens iBrush. Die iBrush besteht aus einem Handstück, das etwas schlanker ist als das einer handelsüblichen elektrischen Zahnbürste und in das verschiedene Sensoren integriert sind, die zukünftig eine automatisierte Aufzeichnung des Zahnputzvorgangs erlauben sollen. Die Analyse der Sensordaten ist jedoch Teil eines anderen Forschungsprojektes und hat keine Relevanz für die vorliegende Arbeit. Sie wurde in der vorliegenden Studie mit einem aufsteckbarem Bürstkopf der Marke Oral B Pulsonic (Pulsonic, Procter & Gamble, Schwalbach, Germany) benutzt. Als Zahnpaste wurde Elmex Junior der Firma GABA gewählt.

### 2.2.2 Videoanalyse

Mithilfe der Software INTERACT Version 9 der Firma Mangold, Arnsdorf, Deutschland, wurde die Videoauswertung vorgenommen. Bei diesem Programm ist die Videobetrachtung mit der Kodierung verknüpft. So ist bei unterschiedlicher Betrachtungsgeschwindigkeit immer eine exakte Zeitkodierung der jeweiligen Parameter möglich. Es können auch mehrere Variablen gleichzeitig kodiert werden. Eine sofortige grafische Betrachtung der kodierten Parameter ist möglich, was besonders die Fehlerkontrolle erleichtert. Die kodierten Parameter können auf Auswertungsprogramme wie SPSS zur statistischen Kontrolle und Auswertung übertragen werden. Zur Kodierung wurde jedem Parameter eine Taste zugewiesen (Hotkey), wodurch eine einfache und sichere Auswertung ermöglicht wurde. Der Hotkey wurde jeweils so lange

## Material und Methoden

---

gedrückt, wie das jeweilige Verhalten anhält. Auf diese Weise ergibt sich die Aufzeichnung der Dauer der einzelnen Verhaltensweisen. Die Analyse eines einzelnen Zahnputzvorgangs durch einen Untersucher benötigt in der Regel zwischen vier und acht Stunden. Die Auswertung wurde u.a. deswegen auf drei verschiedene Untersucher (LH, GF, OC) verteilt. Die Untersucher wurden zuvor an zehn Putzvideos aus einer ähnlichen Vorgängerstudie kalibriert. Die Übereinstimmung in den Ratings wurde über die Bestimmung von Intra-Klassen-Korrelationen (ICC) erfasst. Die Kalibrierung galt als erfolgreich, wenn die ICCs größer als 0.9 waren. Das gleiche Erfolgskriterium wurde bei den ersten zehnt Videos der vorliegenden Studie gewählt.

Im weiteren Verlauf der Auswertungen wurden von jedem Rater nur bestimmte Parameter ausgewertet. Die Analyse der Videos wurde also in mehreren Schritten durchgeführt, da die Kodierung der Parameter (z. B. Bewegung) teilweise auf anderen bereits kodierten Parametern (z. B. Fläche) beruht. Die Auswertungsreihenfolge wird in der Tabelle 1 veranschaulicht. Bei durchschnittlich jedem 10. Video erfolgte eine Doppelbestimmung durch einen zweiten Untersucher, um zu prüfen, ob nach wie vor die der Kalibrierung zugrunde gelegten Standards eingehalten wurden. Der Person, welche die Doppelbestimmung durchführte, war das vorherige Rating nicht bekannt. Dies wurde für alle Verhaltensparameter durchgeführt. Die Videoauswertung erfolgte von November 2015 bis März 2016. Hinsichtlich der klinischen Parameter Plaque und Blutung waren die Rater verblindet.

**Tabelle 2:** Abfolge der einzelnen Schritte in der Videoauswertung mit Angabe der durchführenden UntersucherInnen

Schritt	Rater	LH	OC	GF
1		Zahnkontaktzeit (0,2)		
2		Flächen (0,4)		
3			Sextanten (0,4)	
4				Bewegung (0,4)

Zahl in Klammer: der jeweilige Faktor der Ablaufgeschwindigkeit des Videos

## 2.3. Variablen

In diesem Abschnitt werden nun die für die vorliegende Untersuchung erfassten Variablen sowie die jeweilige Art der Erhebung beschrieben. Dabei wurden die Variablen unterteilt in die zahnmedizinisch erhobenen klinischen Variablen und die Variablen zum Zahnputzverhalten sowie deren Auswertung. Die jeweilige Datenerhebung erfolgte über zwei Studierende der Zahnmedizin (JW und OC), die den ersten klinischen Kurs für Zahnerhaltung bereits abgeschlossen hatten. Ein/e approbierte/r Zahnarzt/ärztin (GS, SS, CF, TS) begleitete die Untersuchung, welche/r auch bei der Datenerhebung assistierte.

Zur Vermeidung eines systematischen Untersucherbias wurden die Kinder gleichmäßig auf die beiden Untersuchenden aufgeteilt (JW 50, OC 49).

Beide Untersuchende waren vor Eintritt in die Untersuchungen kalibriert worden. Die Kalibrierung hinsichtlich der Erfassung der beiden Plaque-Indizes (TQHI und MPI; siehe 2.3.1.1.) sowie des Papillenblutungsindex (PBI; siehe 2.3.1.2.) erfolgte durch einen in einer Vorgängerstudie bereits kalibrierten Zahnarzt (Lukas Nadjiri). Die Kalibrierung galt dann als erfolgreich, wenn bei 5 Probanden die Untersuchenden bei 90% der Werte völlige Übereinstimmung zeigten und keine der Abweichungen einen höheren Wert als 1 aufwies. Falls bei einem Kalibrierungsprobanden eine solche Abweichung auftrat oder weniger als 90% der erfassten Werte genau übereinstimmten, wurde die Kalibrierung als nicht erfolgreich betrachtet und an einem anderen Probanden erneut gestartet.

Die Kalibrierung der Untersuchenden (OC und JW) hinsichtlich des DMFT und des DMFS (siehe 2.3.1.2.) wurde durch Prof. Dr. Krämer vorgenommen. Auch hier wurde dasselbe Übereinstimmungskriterium gewählt, nämlich >90%.

Um Verzerrungen der klinischen Daten durch Vorkenntnisse der Untersuchenden über andere Charakteristika der Probanden zu vermeiden, erfolgte die Erfassung der klinischen Parameter ohne Kenntnis der Fragebogen- oder Interviewdaten.

### 2.3.1. Klinische Variablen

Die nachfolgend beschriebenen klinischen Parameter dienen zum einen der Deskription der Stichprobe und zum anderen der Beantwortung der Fragestellungen 1 (erreichte Plaquefreiheit nach Putzen) und der Fragestellung 3 (Zusammenhang zwischen Putzverhalten und Plaquefreiheit nach Putzen).

### 2.3.1.1. Erhebung der Plaquewerte

Um die Plaque sichtbar zu machen, wurden die Zähne mit einem flüssigen Plaquerelevator bedeckt, welcher nur unter UV Licht sichtbar wird (Plaque Test®, Ivoclar Vivadent AG, Schan, Liechtenstein). Der Plaque Test® von Ivoclar Vivadent wurde genutzt, da er die Plaque ausreichend lange für die Erhebung anfärbte, gleichzeitig aber ohne UV Licht nicht sichtbar war. Dies hatte Relevanz, da die Kinder nach dem ersten Anfärben ihre Zähne bestmöglich reinigen sollten und dabei nicht durch für sie im Spiegel sichtbare Plaque im Putzvorgang unterstützt werden sollten. Folgendes Vorgehen wurde standardisiert angewandt: Zuerst wurde der 1. und 2. Quadrant vestibulär trocken gepüstert, danach mit jeweils einem im Plaque Relevator getränkten Pellet eingefärbt. Danach spülte das Kind einmal mit Wasser um und spuckte dieses dann aus. Daraufhin wurden vom jeweiligen Untersuchenden die beiden Plaque-Indices erfasst und mündlich an die Assistenz (GS, SS, CF, TS) weitergegeben, die diese in die MDZ-Dokumentation eingab. Es folgten der 2. und 1. Quadrant oral mit gleichem Vorgehen. Der Unterkiefer wurde in der Reihenfolge 4. und 3. Quadrant vestibulär sowie 3. und 4. Quadrant oral untersucht. Die erhobenen Plaque-Indices werden nun ausführlich beschrieben.

#### *Marginaler Plaque Index (Deinzer et al., 2014)*

Über den Marginalen Plaque Index (MPI) wurden Plaqueanlagerungen am Gingivarand erfasst. Dabei wurde der Gingivarand in vier Abschnitte pro Zahnfläche (vestibulär bzw. oral) unterteilt: distoapproximal, distozervikal, mesiozervikal und mesioapproximal. So wird eine differenzierte Erhebung der Plaque am Gingivarand ermöglicht. Der MPI hat sich als valider und änderungssensitiver Index zur Plaqueerfassung gezeigt (Deinzer et al., 2014). Eine Gradeinteilung wird nur hinsichtlich des Vorhandenseins von Plaque getroffen, d. h. 0 für keine Plaque und 1 für vorhandene Plaque.

#### *Plaque Index nach Quigley & Hein (1962), modifiziert nach Turesky (1970)*

Der Quigley-Hein-Index (Quigley und Hein, 1962) modifiziert nach Turesky et al., 1970 (TQHI), beschreibt die Plaqueansammlung auf der kompletten Zahnkrone und gilt als der Goldstandard der Plaque-Indizes (Lorenz et al., 2009). Somit erlaubt der TQHI Rückschlüsse auf die generelle Plaqueanlagerung auf den Zähnen. Es wurden orale und vestibuläre Flächen untersucht und von wenig bis viel Plaque in 6 Grade (0 bis 5) eingeteilt.

# Material und Methoden

---

Nachfolgend die Bedeutung der jeweiligen Grade des TQHI:

Grad 0 = keine Plaque

Grad 1 = einzelne Plaqueanlagerungen am Gingivarand

Grad 2 = ein dünnes kontinuierliches Band aus Plaque am Gingivarand, welches nicht breiter als einen Millimeter ist

Grad 3 = ein Band aus Plaque am Gingivarand, welches weniger als ein Drittel der Zahnkrone bedeckt, aber breiter als ein Millimeter ist

Grad 4 = die Plaque bedeckt mindestens ein Drittel aber weniger als zwei Drittel der Zahnkrone

Grad 5 = die Plaque bedeckt zwei Drittel oder mehr der Zahnkrone

## 2.3.1.2. Mundgesundheit

Als Indikator für die gingivale Gesundheit wurde der Papillen-Blutungs-Index (PBI) erfasst (Saxer und Mühlemann, 1975; Rateitschak, 1989). Bei der Erhebung dieses Index erfolgte ein Ausstreichen des Sulkus mit einer Sonde im Bereich der Papille. Dies wurde bei allen Quadranten vestibulär sowie oral durchgeführt. Um eine bestmögliche Erkennung zu gewährleisten wurde vor der Sondierung mithilfe eines Püsters eventueller Speichel entfernt. 30 Sekunden nach Sondierung wurde visuell überprüft, ob eine Blutung und ggf. in welchem Ausmaß eine Blutung feststellbar war. Hierbei wurde in folgenden Graden unterschieden:

Grad 0 = Keine Blutung

Grad 1 = Auftreten eines Blutungspunktes

Grad 2 = Eine feine Blutlinie oder mehrere Blutungspunkte werden sichtbar

Grad 3 = Das interdentale Dreieck füllt sich mehr oder weniger mit Blut

Grad 4 = Profuse Blutung in den Interdentalbereich und über Zahn (OK) oder Gingiva (UK)

## *Zahnbefund*

Der DMFT-Index nach Klein und Palmer, (1938) beschreibt den Zustand der Zähne mit bestimmten Kennzeichnungen: D steht für kariöse Zähne, unabhängig davon, ob sich die kariöse Läsion am Rand einer Füllung oder im unbehandelten Zahn befindet. Hier wird allerdings nur behandlungsbedürftige Karies als D markiert, d.h. Dentinkaries. Initialkaries, die nur den Schmelz betrifft, wird somit nicht mit D, sondern mit I markiert. M bezeichnet fehlende Zähne, die aufgrund von Karies fehlen, während F für gefüllte Zähne steht. In den verwendeten Erfassungsbögen wurden noch weitere Bezeichnungen kodiert. Neben den bereits erfassten kariösen behandlungsbedürftigen Zähnen, wurden auch Zähne mit Initialkaries erfasst. Zudem wurden auch Zähne mit Fissurenversiegelungen, kodiert als V, erfasst. Auch die

## Material und Methoden

---

Kennzeichnung von Zähnen, die aufgrund eines Traumas gefüllt oder überkront wurden, war wichtig, da diese nicht zu Zähnen mit Karieserfahrung zählen sollten.

Da ein Zahn mehrere Angaben gleichzeitig haben kann, entscheidet die Bedeutung bei der Datenerhebung, welche Angabe in das Befundschema eingetragen wird. So steht an oberster Stelle immer die Kennzeichnung D. Danach folgt F, worauf I folgt. An niedrigster Stelle der Hierarchie steht V.

Mithilfe der Erfassungsbögen wurde ebenfalls der DMFS erhoben, eine Erweiterung des DMF Index, die die gleichen Faktoren erfasst, allerdings bezogen auf die Flächen des Zahnes und nicht auf den gesamten Zahn. So ist eine detailliertere Auswertung möglich. In der vorliegenden Arbeit wurde der DMFT aus den DMFS Daten berechnet.

Es bestanden nämlich durchaus Unterschiede in den Befunden des DMFT und DMFS. Der DMFS wurde nach dem Putzen erhoben, also mit tendenziell saubereren Zähnen im Vergleich zum DMFT. Demensprechend ist hinsichtlich des DMFS eine bessere Befundung zu erwarten und somit erschien es praktikabel, aus den Daten des DMFS den DMFT zu korrigieren.

### 2.4. Variablen zu Beschreibung des Zahnputzverhaltens

#### *Variablenauswahl*

Entsprechend bisheriger Untersuchungen (Rugg-Gunn und Macgregor, 1978; Harnacke et al., 2015; Ebel et al., 2018) wurden die folgenden Verhaltensmerkmale erfasst und analysiert: Putzdauer im Sinne von Zahnkontaktzeit, Putzort und Putzbewegungen.

Zusätzlich wurde der Parameter erreichte Flächen auf Sextantenbasis mit aufgenommen, um ein genaues Bild der Verteilung der Putzzeit erlangen zu können. So wird ersichtlich, ob Bereiche vernachlässigt werden und die Vollständigkeit des Zahnputzvorgangs kann hinsichtlich des Erreichens aller Flächen und Sextanten beurteilt werden.

Es wurden spezifische Bürstbewegungen (genauer beschrieben in Kapitel 2.4.2.) und nicht übergeordnete Putztechniken untersucht, da die Putztechniken meist aus einer oder mehreren kombinierten Bürstbewegungen bestehen und somit die Bewegung in der Regel nicht eindeutig einer Technik zuzuschreiben sind.

Im Folgenden wird nun die Erfassung der genannten Verhaltensweisen detailliert beschrieben.

#### *Zahnkontaktzeit*

Die Zahnkontaktzeit beschreibt die Zeit, die die Zahnbürste in Kontakt mit einem oder mehreren Zähnen steht und damit die Zeit, in der grundsätzlich eine Plaqueentfernung durch die Zahnbürste erfolgen kann. Dieser Parameter kann auch als Netto-Zahnbürstzeit interpretiert werden. Sobald die Zahnbürste nicht in Kontakt mit den Zähnen ist, beispielsweise, wenn ein Proband die Kieferhälfte wechselt und dabei die Zahnbürste absetzt, geht diese Zeit nicht in die Zahnkontaktzeit ein. Diese Zeiten fielen in die Beobachtungskategorie „keine Bürstdauer“. Dies war auch dann der Fall, wenn während des Putzvorgangs kurz ausgespuckt oder ausgespült wurde. Für Sequenzen, in welchen die ProbandInnen nicht ausreichend von der Kamera erfasst werden konnten (wenn z. B. Zähne putzend aus dem Bild und gegangen, dann wieder putzend ins Bild zurückgekommen wurde) und demnach keine Beurteilung des Putzverhaltens möglich war, kam die Beobachtungskategorie „nicht beurteilbar und nicht sichtbar“ zum Tragen. Für die statistische Auswertung wurden diejenigen Kinder ausgeschlossen, bei denen solche nicht beurteilbaren Sequenzen mehr als 5% der gesamten Zahnkontaktzeit betrug, da eine valide Erfassung des Putzverhaltens damit eingeschränkt ist. Allerdings waren davon nur neun Kinder betroffen (siehe Ergebnisse).

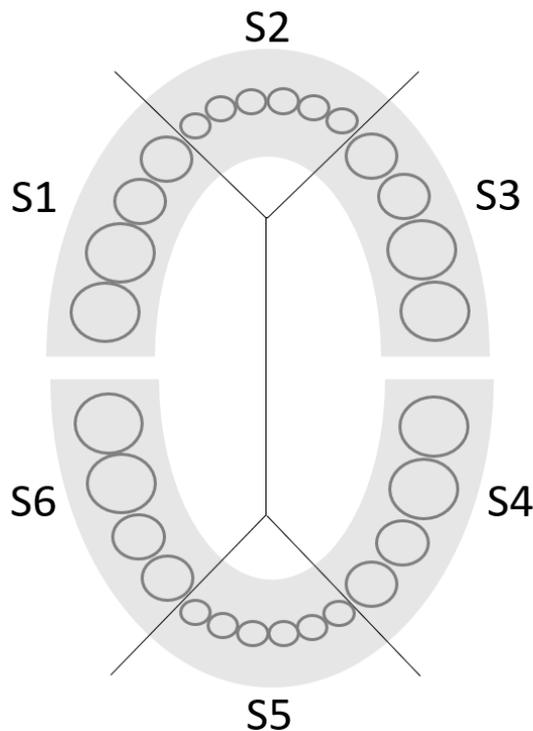
## Material und Methoden

---

### *Vollständigkeit des Zahnputzvorgangs hinsichtlich des Erreichens aller Flächen und Sextanten*

Die Vollständigkeit wurde zum einen hinsichtlich des Erreichens aller Flächen erfasst. So wurden die Flächen vestibulär, okklusal und oral kodiert. Diese waren abhängig von der reinen Zahnkontaktzeit, d.h. diese Beobachtungskategorien kamen nur für die bereits kodierte Zahnkontaktzeit zur Anwendung. Falls der Unterschied zwischen der Okklusalfäche und vestibulär/oral nicht zweifelsfrei zu erkennen war, wurde okklusal kodiert.

Zum anderen wurde die Vollständigkeit auch über eine Sextanten Einteilung erfasst (siehe Abb. 2).



**Abbildung 2:** Sextanten Einteilung

Die Sextanten wurden jeweils oral und vestibulär erfasst, sodass insgesamt zwölf zu putzende Bereiche entstehen, die im weiteren Verlauf auch „Segmente“ genannt werden. Die Okklusalfäche wurde nicht hinzugezählt, da diese für die Plaquefreiheit am Gingivarand unerheblich ist. Da diese Arbeit vor allem den Fokus auf das Putzergebnis im Bereich der marginalen Gingiva legt, wurden Bewegungen nur für die vestibulären und oralen Flächen geratet. Zusätzlich wurden Variablen kodiert, die sich gleichzeitig berührende Sextanten beschreiben. Dies war oft bei den vestibulären Flächen der Fall, wenn die Kinder mit geschlossenen Kiefern putzten, auch Tigerbiss genannt. Zusätzlich zu den zwölf Bereichen

## Material und Methoden

---

gab es also drei weitere Beobachtungskategorien, die Sextant eins und sechs, zwei und fünf, und drei und vier (siehe Abb. 2) abdeckten und zum Einsatz kamen sobald die Kinder sowohl die oberen als auch die unteren Flächen gleichzeitig putzten. Für die spätere Auswertung in der vorliegenden Arbeit wurde die Zeit, in der im Tigerbiss geputzt wurde, den jeweiligen beiden Sextanten voll zugerechnet. Ein Sextantenwechsel wurde kodiert, sobald sich der Großteil der Zahnbürste im neuen Sextanten befindet.

### *Anzahl der ausreichend lang geputzten Segmente*

Als Maß für die Anzahl der ausreichend lang geputzten Segmente wurde berechnet, wie viele Sextanten jeweils mindestens 7,5 Sekunden von oral bzw. vestibulär geputzt worden sind. Diese Zahl ergibt sich aus den Vorgaben des Zahnputzliedes, mit dem die Kinder in Gießen das Zähneputzen lernen.

Für die Berechnung dieses Maßes wird die Putzzeit, mit der im Tigerbiss geputzt wird, beiden betroffenen Sextanten voll zugerechnet, wie dies auch im Zahnputzlied geschieht. Für die im Tigerbiss geputzten vestibulären Flächen sieht das Lied drei Strophen vor, für die oralen Flächen sechs Strophen (Zahnputz-Zauber, 2012). Wenn das Kind die Zähne genauso lange putzt, wie durch die Strophen vorgegeben, so ist für jedes Segment bei dieser Berechnungsform eine Putzzeit von ca. 7,5 Sekunden zu erwarten. Das Maß kann Werte zwischen 0 und 12 (12 Segmente, sechs Sextanten á jeweils zwei Flächen) annehmen, wenn es für Außen- und Innenflächen betrachtet wird. Werden die Flächen getrennt betrachtet, sind jeweils Werte von 0 bis 6 möglich.

### *Bürstbewegungen*

Die Bürstbewegungen wurden analysiert, indem die Zeit, in der bestimmte Bewegungen (kreisend, vertikal oder horizontal) ausgeführt wurden, registriert wurde. Die vertikale Bewegung wurde kodiert, sobald sie der Achse des Zahnes folgte und sich somit jeweils Richtung koronal und apikal bewegte. Die horizontale Bewegung hingegen wurde parallel zur Okklusalfäche ausgeführt und zeichnet sich durch Bewegungen jeweils nach anterior und posterior aus. Die kreisende Bewegung besteht aus der Kombination der vertikalen und horizontalen Bewegungen in einer kreisrunden Bewegungsform. Sofern die Zahnbürste nur an den Zahn gehalten und keine Bewegungen ausgeführt wurden, dann wurde „keine Bewegung“ kodiert.

Sowohl hinsichtlich der erreichten Flächen als auch der Bürstbewegungen war nicht immer zweifelsfrei sicher, welcher Bereich oder welche Bewegung ausgeführt wurden. Die

## Material und Methoden

---

Beobachtung wurde erschwert durch einen teilweise oder weitestgehend geschlossenen Mund oder aber auch durch große Mengen von Zahnpaste. Um weitgehende Sicherheit zu erhalten wurde sich auf bestimmte Kodierungsregeln geeinigt. Diese Regeln basieren auf bestimmten Anhaltspunkten, die Rückschlüsse auf die teilweise verdeckte Situation erlauben. Sofern Orientierungspunkte der Bürste sichtbar waren, wie beispielsweise der Übergang von Bürstkopf zu Bürstkörper sowie Vorder- bzw. Rückseite konnte die jeweilige Variable sicher kodiert werden. Auch die Neigung der Bürste je nach Putzort erlaubte solche Rückschlüsse. Die hohen ICCs zeigen, dass die Kodierungsregeln und die Kalibrierung erfolgreich waren.

## 2.5. Statistische Datenanalyse

Die Datenanalyse erfolgte mit der Statistik-Software SPSS, Version 24 (IBM Corporation, USA). Für die kardinalskalierten Daten ging allen Analysen eine Prüfung der Normalverteilungsannahme voraus. Dies geschah über den Kolmogorof-Smirnov-Goodness-of-Fit-Test sowie visuell durch Analyse der Q-Q-Diagramme. Die Normalverteilungsannahme wurde als nicht gegeben betrachtet, wenn der Anpassungstest ein signifikantes Resultat hervorbrachte und die visuelle Inspektion eine deutliche Abweichung erkennen ließ. Bei nicht vorhandener Normalverteilung erfolgten alle weiteren Analysen non-parametrisch. Je nach Skalenniveau und Verteilungsform der Variablen wurden Häufigkeiten, Mediane und Interquartilsabstände oder Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet.

Die Berechnung des Papillenblutungsindex (PBI) als Maß für den Entzündungszustand der Gingiva erfolgte für jede Person als Mittelwert sowie als Prozentsatz der blutenden Stellen an allen Stellen. Zur Darstellung des Plaque-Index TQHI wurde ebenfalls für jede Person der Mittelwert berechnet und für den Plaque-Index MPI wurde für jede Person der Prozentsatz der angefärbten Stellen an allen Stellen berechnet.

*Fragestellung 1. Wie plaquefrei sind 12-jährige Kinder unmittelbar nach bestmöglichem Putzen?*

Zur Beantwortung dieser Fragestellung wurden als primärer Parameter der MPI und sekundärer Parameter der TQHI herangezogen und zwar jeweils die Messung, die nach dem Zahnputzvorgang erfolgt war.

*Fragestellung 2: Wie putzen diese Kinder ihre Zähne? Wie lange putzen sie, welche Flächen werden erreicht, welche Bürstbewegungen zeigen sie?*

Zur Beantwortung dieser Fragestellung wurden die ermittelten Zeiten in Sekunden für die jeweiligen Parameter (gesamte Zahnkontaktzeit; Zahnkontaktzeit jeweils für die einzelnen Flächen okklusal, vestibulär und oral; Zeitdauer mit welcher jeweils die Seitenflächen (vestibulär und oral) horizontal, kreisend oder vertikal geputzt wurden; Zeitdauer mit welcher die einzelnen Sextanten vestibulär oder oral geputzt wurden) herangezogen.

## Material und Methoden

---

*Fragestellung 3: Welche der beobachteten Verhaltensaspekte sagen die Plaquefreiheit nach Putzen voraus?*

Zur Beantwortung dieser Fragestellung wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt. Als Prädiktoren gingen dabei die analysierte Zeitdauer mit der die Seitenflächen horizontal, kreisend und vertikal geputzt wurde (die zugleich auch die Zahnputzdauer an den oralen und vestibulären Flächen insgesamt markiert) sowie die Anzahl der ausreichend lang geputzten Segmente (zur Operationalisierung siehe Kapitel 2.4). Kriteriumsvariable war der MPI als Maß für die Plaque nach Putzen. Für die Voraussetzungsprüfung zur Durchführung dieser Analysen wurden die Daten auf Ausreißer-Werte geprüft und entsprechend bereinigt. Dies geschah für die Prädiktoren über eine Analyse von Hebelwerten nach Igo, (2010) und für die Kriteriumsvariable über studentisierte Residuen (Ausschluss bei Werten  $> 2$ ). Des Weiteren wurden die Prädiktoren hinsichtlich Multikollinearität analysiert, um zu prüfen, inwieweit die einzelnen Prädiktoren miteinander korreliert sind. Eine ausreichende Unabhängigkeit der Prädiktoren war dann gegeben, wenn der Kennwert des Varianz Inflationsfaktor (VIF) einen Wert von  $VIF < 5$  aufwies (Urban und Mayerl, 2006). Abschließend erfolgte die Prüfung auf Homoskedastizität, d.h. Varianzhomogenität sowie auf Normalverteilung der Residuen. Beides erfolgte visuell über die Inspektion des Streudiagramms (unstandardisierte vorhergesagte Werte auf studentisierte Residuen) sowie des Histogramms der Residuen und des PP-Plots. Die Regression wurde zunächst unter Einschluss aller Prädiktoren durchgeführt (Methode Einschluss). Im nächsten Schritt wurde dann mittels der Methode Rückwärts geprüft, welche Prädiktoren im Modell verbleiben, wenn diejenigen, die nur unmaßgeblich (Kriterium  $p > 0,10$ ) zur Varianzaufklärung beitragen, entfernt werden.

## 3 Ergebnisse

### 3.1. Beschreibung der Stichprobe

Tabelle 3 beschreibt die Stichprobe hinsichtlich Geschlechterverteilung und Schulabschluss der Eltern.

**Tabelle 3:** Stichprobenbeschreibung hinsichtlich Geschlechterverteilung und Schulabschluss der Eltern

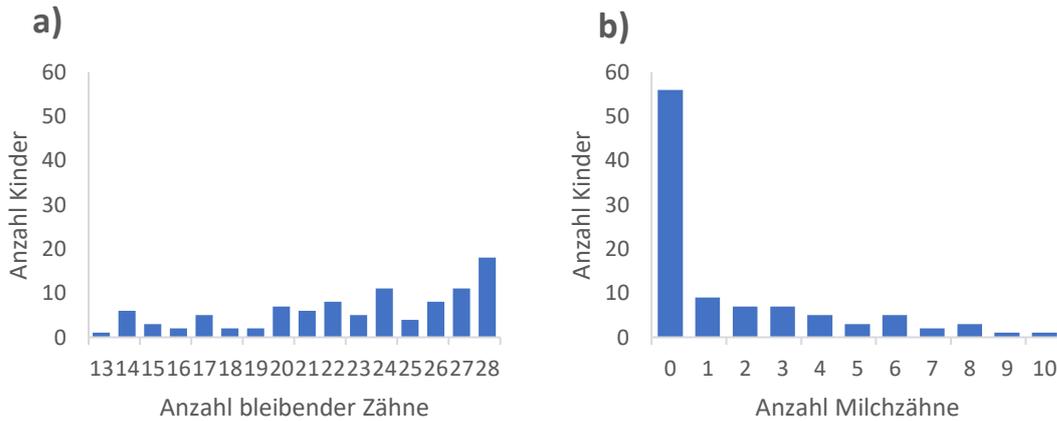
<b>Gesamt</b>	<b>N=99</b>
Weiblich	49
Höchster Schulabschluss, der von mindestens einem Elternteil erreicht wurde	
- Abitur oder höher	60
- Mittlere Reife	30
- Volksschul- bzw. Hauptschulabschluss	8
- Kein Schulabschluss	1

#### 3.1.1 Zahnstatus der Kinder

##### *Anzahl bleibender Zähne und Milchzähne*

Der Modalwert für die Anzahl der bleibenden Zähne liegt bei 28. Dies spiegelt das vollständige bleibende Gebiss wider. Je weiter sich die Werte von 28 Zähnen entfernen, desto stärker ist das Mischgebiss ausgeprägt. In der Abbildung der Milchzähne ist ersichtlich, dass meist nur wenige Milchzähne noch innerhalb des Gebisses vorhanden sind. Dennoch sind bei einigen Kindern noch 6 oder bis zu 10 Milchzähne vorhanden. Insgesamt liegt bei 43% der Kinder ein Mischgebiss vor (siehe Abbildung 3a respektive 3b).

# Ergebnisse



**Abbildung 3:** Häufigkeit der Gesamtzahl aller Zähne, Gesamtzahl der bleibenden Zähne (a) sowie Gesamtzahl der Milchzähne (b)

## Befund DMFT und DMFS

Der DMFT in der vorliegenden Stichprobe beträgt im Mittel 0,74 mit einer Standardabweichung von 1,31. Der DMFS beträgt im Mittel 0,93 mit einer Standardabweichung von 1,87. 66,7% der Kinder haben bleibende Zähne ohne Karieserfahrung (siehe hierzu auch Tabelle 4). Tabelle 4 zeigt die Verteilung der Werte des DMFT und DMFS im Detail.

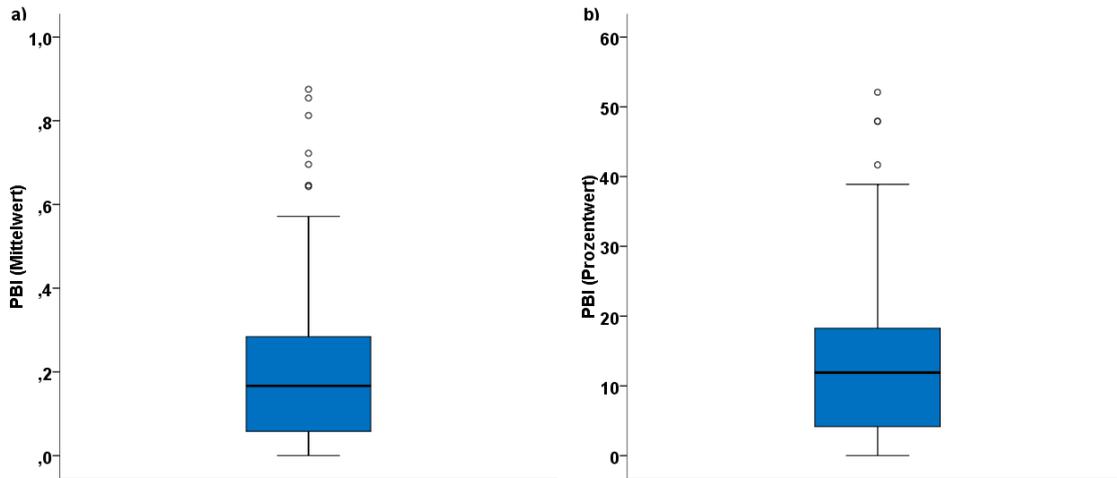
**Tabelle 4:** Zahnstatus und Anzahl der Kinder mit jeweiliger Ausprägung der einzelnen Merkmale

<b>Parameter</b>			
<b>DMFT</b>	Anzahl der Kinder (N)		
	<b>0 Zähne</b>	<b>1-3 Zähne</b>	<b>&gt;3 Zähne</b>
Kariöse Zähne	80	18	1
Gefüllte Zähne	77	19	3
Aufgrund Karies extrahierte Zähne	99	0	0
Hypomineralisierte Zähne	97	2	0
Durch Trauma geschädigte Zähne	94	5	0
Versiegelte Zähne	20	23	56
<b>DMFS</b>	Anzahl der Kinder (N)		
	<b>0 Flächen</b>	<b>1-3 Flächen</b>	<b>&gt;3 Flächen</b>
Kariöse Flächen	80	16	3
Gefüllte Flächen	77	18	4
Gefüllte Flächen mit Sekundärkaries	98	1	0
Hypomineralisierte Flächen	97	2	0
Durch Trauma geschädigte Flächen	94	4	1
Versiegelte Flächen	20	19	60

# Ergebnisse

## 3.1.2 Gingivitis

Sowohl der Mittelwert des PBI als auch der prozentuale Anteil der blutenden Stellen an allen Stellen erfüllen nicht die Normalverteilungsannahme (alle  $p < .003$ ). Aus diesem Grund zeigt Abb. 4 die Daten im Boxplot. Insgesamt lag bei 92% der Kinder mind. eine blutende Stelle vor.



**Abbildung 4:** Boxplot des mittleren PBI (a) und des prozentualen Anteils blutender Stellen an allen Stellen (b). Die Linie in der Mitte des Kastens stellt den Median dar; die untere und obere Begrenzung repräsentieren das 25% und 75% Quartil. Die Whisker repräsentieren den jeweils höchsten und niedrigsten Wert, welche innerhalb der Grenzen für Ausreißerwerte beobachtet wurde ( $>1,5$ -faches der Kastenlänge, also der Interquartilsdifferenz). Die Symbole spiegeln Extremwerte wider.

## 3.1.3 Mundhygienezustand vor Zähneputzen

Tabelle 5 zeigt die Plaquewerte MPI und TQHI vor dem Putzen sowohl als Gesamtwert als auch als flächenbezogenen Wert. Die Prüfung auf Normalverteilung ergibt, dass nur der vestibulär und approximal gemessene MPI sowie der vestibulär gemessene TQHI die Normalverteilungsannahme nicht erfüllten. Die Abbildungen 5a und 6a zeigen die Verteilungen der Werte in Form von Boxplots.

# Ergebnisse

**Tabelle 5:** Plaquewerte vor Putzen

Plaque-Index	MW±s
	Median (1. Q; 3.Q)*
MPI gesamt % angefärbte Stellen	73,14±22,35
MPI vestibular % angefärbte Stellen	83,93 (59,38; 100)
MPI oral % angefärbte Stellen	69,85±25,69
MPI approximal % angefärbte Stellen	84,52 (64,42; 96,88)
MPI zervikal % angefärbte Stellen	68,22±24,51
TQHI gesamt	1,76±0,60
TQHI vestibulär	1,93 (1,38; 2,57)
TQHI oral	1,56±0,61

MW: Mittelwert; s: Standardabweichung; Q: Quartil; \* nur angegeben, wenn Daten keine Normalverteilung aufweisen

## 3.2. Analysen zu Fragestellung 1: Plaque nach Putzen

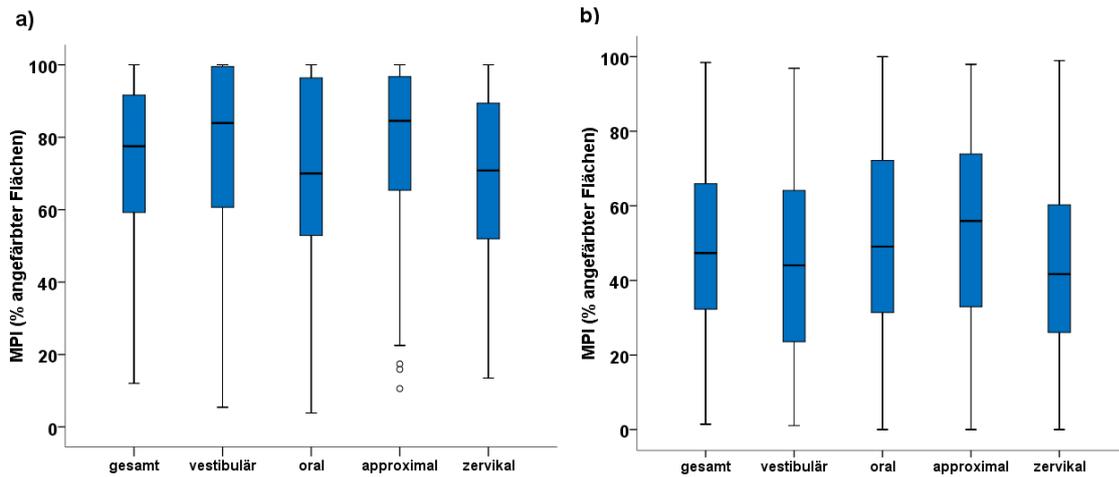
Tabelle 6 zeigt die Plaquewerte MPI und TQHI nach dem Putzen sowohl als Gesamtwert als auch als flächenbezogenen Wert. Alle Werte sind normalverteilt. Um diese Daten mit den Werten vor dem Putzen vergleichen zu können, werden diese in den Abbildungen 5b und 6b ebenfalls als Boxplots dargestellt.

**Tabelle 6:** Plaquewerte nach Putzen

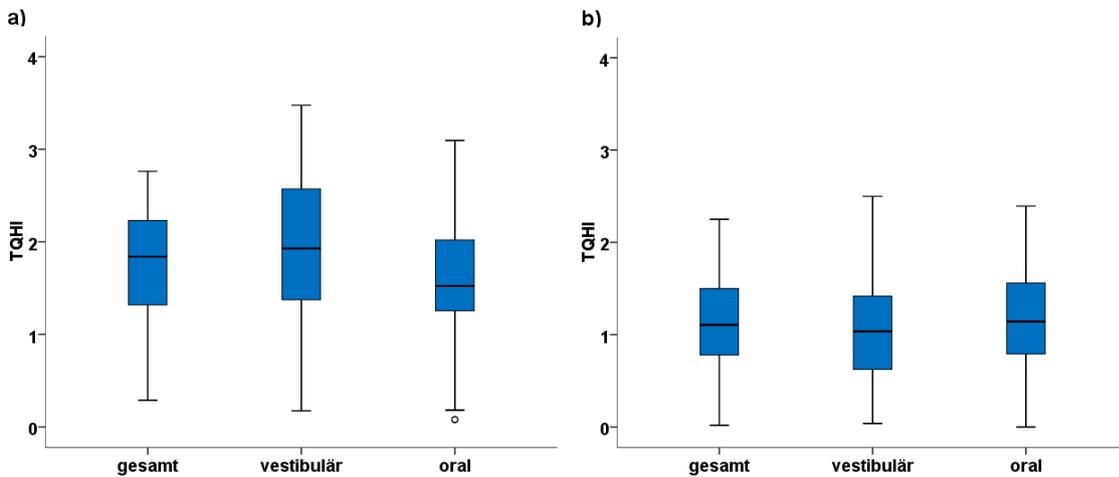
Plaque-Index	MW±s
MPI gesamt % angefärbte Stellen	48,23±22,95
MPI vestibular % angefärbte Stellen	45,03±24,82
MPI oral % angefärbte Stellen	51,43±26,94
MPI approximal % angefärbte Stellen	53,08±24,86
MPI zervikal % angefärbte Stellen	43,38±22,96
TQHI gesamt	1,12±0,51
TQHI vestibulär	1,07±0,58
TQHI oral	1,18±0,59

MW: Mittelwert; s: Standardabweichung

# Ergebnisse



**Abbildung 5:** Boxplot des MPI gesamt und flächenbezogen, jeweils vor (a) und nach (b) dem Putzen. Die Linie in der Mitte des Kastens stellt den Median dar; die untere und obere Begrenzung repräsentieren das 25% und 75% Quartil. Die Whisker repräsentieren den jeweils höchsten und niedrigsten Wert, welche innerhalb der Grenzen für Ausreißerwerte beobachtet wurde ( $>1,5$ -faches der Kastenlänge, also der Interquartilsdifferenz). Die Symbole spiegeln Extremwerte wider.



**Abbildung 6:** Boxplot des TQHI gesamt und flächenbezogen, jeweils vor (a) und nach (b) dem Putzen. Die Linie in der Mitte des Kastens stellt den Median dar; die untere und obere Begrenzung repräsentieren das 25% und 75% Quartil. Die Whisker repräsentieren den jeweils höchsten und niedrigsten Wert, welche innerhalb der Grenzen für Ausreißerwerte beobachtet wurde ( $>1,5$ -faches der Kastenlänge, also der Interquartilsdifferenz). Die Symbole spiegeln Extremwerte wider.

## 3.3. Analysen zu Fragestellung 2: Beschreibung des Zahnputzverhaltens

Von der ursprünglichen Stichprobe N=99 werden für die Analyse der Verhaltensdaten neun Kinder ausgeschlossen, da diese über 5% der Putzzeit im Video nicht sichtbar sind. Demnach gehen in die statistische Analyse der Verhaltensdaten 90 Kinder ein.

### 3.3.1. Verteilung der Zahnkontaktzeit auf Flächen und Sextanten

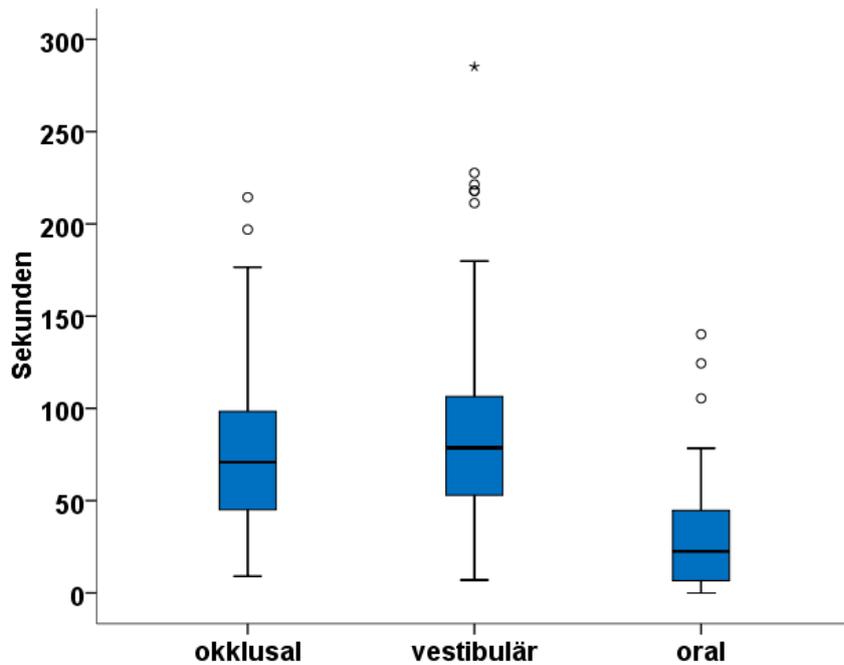
Die Zahnkontaktzeit beträgt insgesamt 198,15 Sekunden mit einer Standardabweichung von 83,99 Sekunden. Tabelle 7 zeigt die weitere Verteilung der Zahnkontaktzeit auf die Flächen okklusal, vestibulär und oral. Für die oralen Flächen war die Normalverteilungs-Annahme nicht erfüllt, weil 11 Kinder diese überhaupt nicht erreichen. In Abbildung 7 wird die Verteilung der Zahnkontaktzeit als Boxplot verdeutlicht.

**Tabelle 7:** Verteilung der Zahnkontaktzeit auf die Flächen

<b>Parameter</b>	<b>MW±s Median (1. Q; 3.Q)*</b>
Zahnkontaktzeit okklusal	79,19±41,73
Zahnkontaktzeit vestibulär	89,46±51,83
Zahnkontaktzeit oral	22,50 (6,59; 44,70)

MW: Mittelwert; s: Standardabweichung; Q: Quartil; \* nur angegeben, wenn Daten keine Normalverteilung aufweisen

## Ergebnisse



**Abbildung 7:** Zahnkontaktzeit in Sekunden, nach Flächen okklusal, vestibulär und oral unterschieden. Die Linie in der Mitte des Kastens stellt den Median dar; die untere und obere Begrenzung repräsentieren das 25% und 75% Quartil. Die Whisker repräsentieren den jeweils höchsten und niedrigsten Wert, welche innerhalb der Grenzen für Ausreißerwerte beobachtet wurde (>1,5-faches der Kastenlänge, also der Interquartilsdifferenz). Die Symbole spiegeln Extremwerte wider.

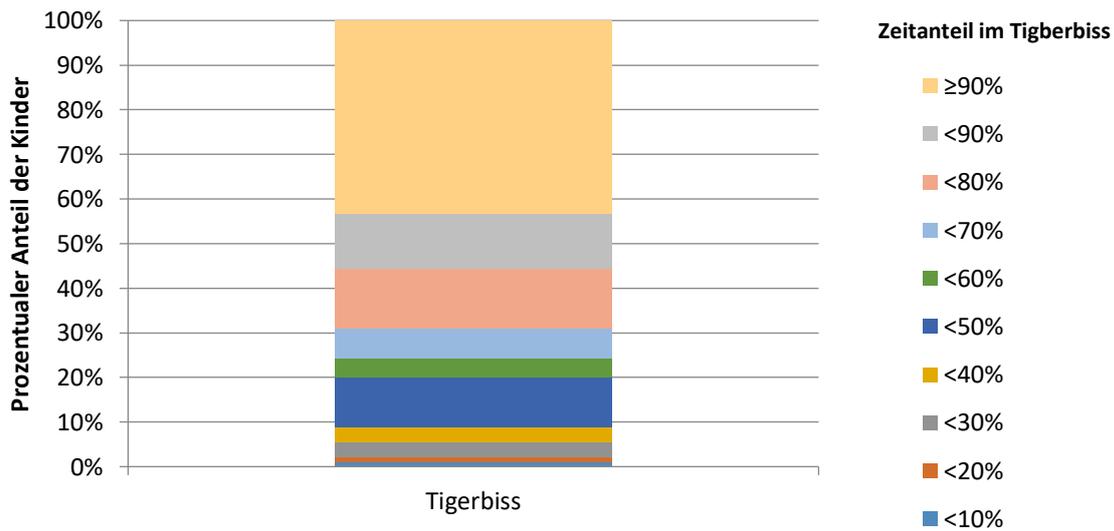
Tabelle 8 zeigt die Verteilung der Zahnkontaktzeit auf vestibuläre und orale Sextanten. Bei den vestibulären Sextanten fällt auf, dass 80% der Kinder mindestens die Hälfte der Zeit im Tigerbiss putzen, während 50% der Kinder sogar mehr als 82% der Zeit im Tigerbiss putzen (siehe dazu auch Abbildung 8).

# Ergebnisse

**Tabelle 8:** Zahnkontaktzeit nach Sextanten

Zahnkontaktzeit	Median (1. Q; 3.Q)
<b>Vestibulär</b>	
Sextant 1	17,36 (10,75; 27,4) [20,6±14,9]
Sextant 2	29,30 (19,1; 46,2)
Sextant 3	17,05 (11,06; 26,02) [20,4±13,9]
Sextant 4	18,17 (11,32; 28,04) [21,3±14,7]
Sextant 5	29,60 (20,8; 52,3)
Sextant 6	16,50 (11,5; 26,9)
<b>Oral</b>	
Sextant 1	1,76 (0; 7,07)
Sextant 2	3,98 (0; 8,44)
Sextant 3	2,42 (0; 5,94)
Sextant 4	3,35 (0,12; 7,49)
Sextant 5	3,41 (0,46; 8,61)
Sextant 6	3,04 (0; 8,60)

Sofern die Werte normalverteilt waren, ist in eckigen Klammern zusätzlich Mittelwert ± Standardabweichung angegeben

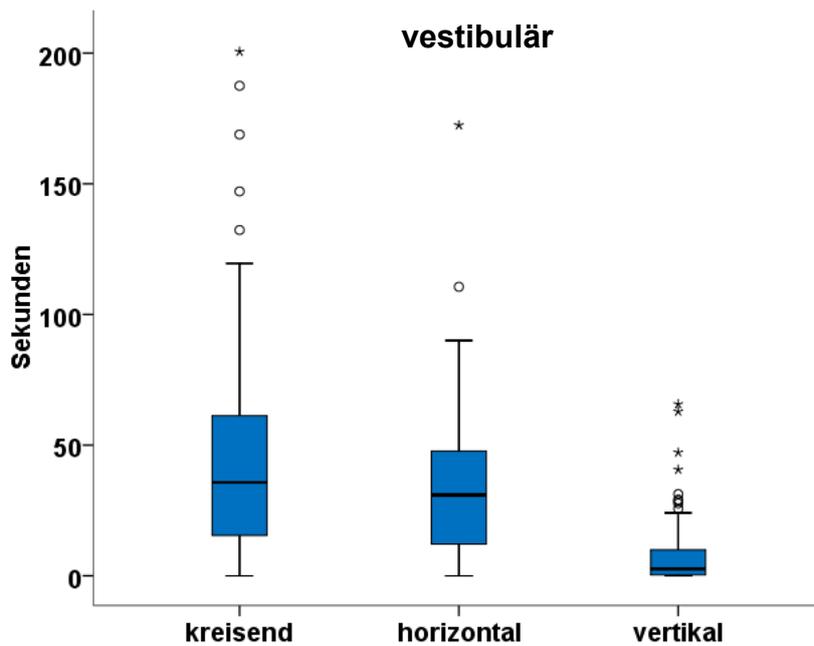


**Abbildung 8:** Stapeldiagramm über den Zeitanteil, der vestibulär im Tigerbiss geputzt wird

# Ergebnisse

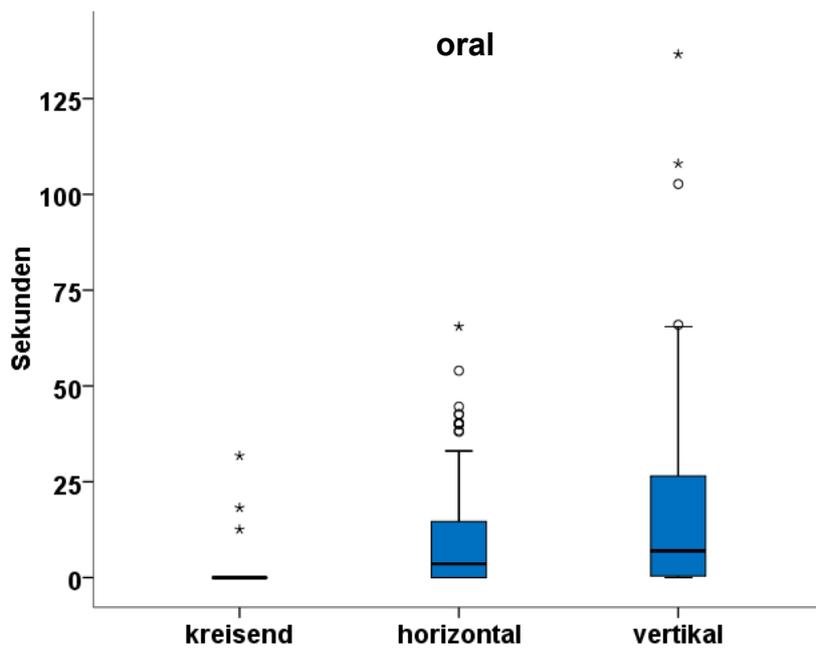
## 3.3.2. Bürstbewegungen

Die folgenden Abbildungen zeigen, wie lange die jeweiligen Bürstbewegungen vestibulär (siehe Abb. 9) und oral (siehe Abb. 10) gezeigt wird. Einige Kinder zeigen für kurze Zeitabschnitte von <5 Sekunden keine Bürstbewegungen, dies ist nicht in den Abbildungen dargestellt. Da lediglich für die Dauer des horizontalen und kreisenden Putzens vestibulär die Normalverteilungsannahme erfüllt ist, erfolgt die Darstellung in Boxplots.



**Abbildung 9:** Dauer der kreisenden, horizontalen sowie vertikalen Bewegungen vestibulär in Sekunden. Die Linie in der Mitte des Kastens stellt den Median dar; die untere und obere Begrenzung repräsentieren das 25% und 75% Quartil. Die Whisker repräsentieren den jeweils höchsten und niedrigsten Wert, welche innerhalb der Grenzen für Ausreißerwerte beobachtet wurde (>1,5-faches der Kastenlänge, also der Interquartilsdifferenz). Die Symbole spiegeln Extremwerte wider.

# Ergebnisse

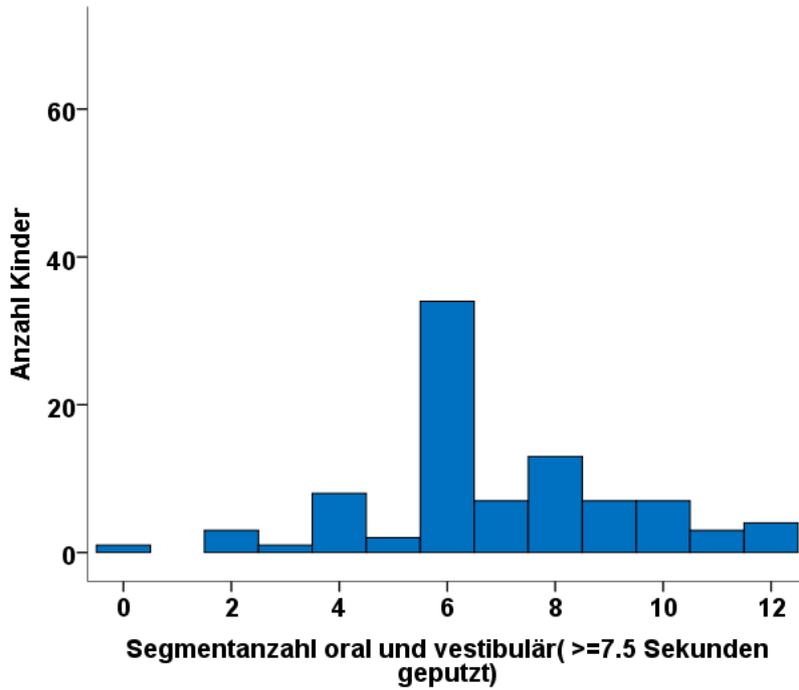


**Abbildung 10:** Dauer der kreisenden, horizontalen sowie vertikalen Bewegungen oral in Sekunden. Die Linie in der Mitte des Kastens stellt den Median dar; die untere und obere Begrenzung repräsentieren das 25% und 75% Quartil. Die Whisker repräsentieren den jeweils höchsten und niedrigsten Wert, welche innerhalb der Grenzen für Ausreißerwerte beobachtet wurde ( $>1,5$ -faches der Kastenlänge, also der Interquartilsdifferenz). Die Symbole spiegeln Extremwerte wider.

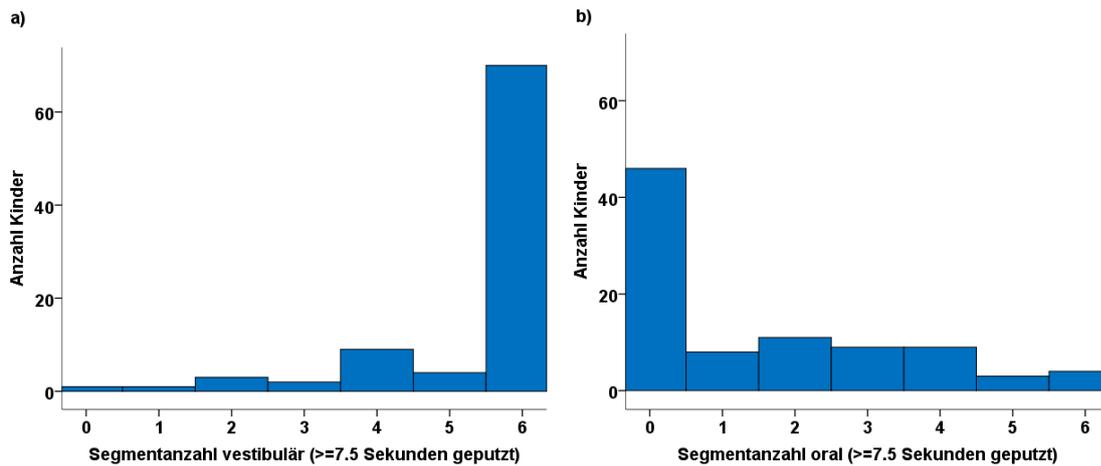
### 3.3.3. Anzahl der ausreichend lang geputzten Segmente

Die folgenden Abbildungen stellen in Histogrammen dar, wie viele Segmente ausreichend lang geputzt werden. Abbildung 11 gibt die Verteilung insgesamt über Innen- und Außenflächen wieder, während Abbildung 12 die Betrachtung beider Flächen getrennt ermöglicht. Die Normalverteilungsannahme muss in allen Fällen verworfen werden.

# Ergebnisse



**Abbildung 11:** Anzahl der Segmente insgesamt (oral und vestibulär), die ausreichend lange geputzt wurden.



**Abbildung 12:** Anzahl der Segmente (Sextanten), die ausreichend lange geputzt wurden, getrennt für (a) vestibuläre und (b) orale Flächen.

# Ergebnisse

## 3.4. Analysen zu Fragestellung 3: Zusammenhang des Zahnputzverhaltens mit Plaquefreiheit nach Putzen

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen zur Vorhersage der Plaquefreiheit nach Putzen durch die Verhaltensparameter sind in Tabelle 9 für den MPI-Gesamtwert dargestellt. Aufgrund der Tatsache, dass sich vestibuläre und orale Flächen hinsichtlich der Zahnkontaktzeit sowie der jeweils erreichten Sextanten erheblich voneinander unterschieden, wurden zusätzlich eine regressionsanalytische Berechnung jeweils separat für die vestibulären und oralen Flächen durchgeführt (siehe Tabelle 10 für die vestibulären Flächen und Tabelle 11 für die oralen Flächen). Bei der Vorhersage für den MPI-Gesamtwert gingen die aggregierten Verhaltensparameter für beide Seitenflächen ein. Die separaten Vorhersagen für jeweils die oralen und vestibulären Flächen beinhalteten jeweils auch nur die für diese Flächen beobachteten Verhaltensparameter.

**Tabelle 9:** Ergebnisse der Regressionsanalyse der Gesamt-Parameter (vestibuläre und orale Flächen zusammengefasst) unter Einschluss aller Prädiktoren (Methode Einschluss) und unter Ausschluss von Prädiktoren, die nur unmaßgeblich zur Varianzaufklärung beitragen (Methode Rückwärts)

---

<b>Methode Einschluss</b>		
F(4/73)=1,45; p=0,226; R <sup>2</sup> =0,074; korrigiertes R <sup>2</sup> =0,023		
Prädiktorvariablen	β	p
<i>Horizontale Bewegungen</i>	-0,197	0,154
<i>Kreisende Bewegungen</i>	-0,030	0,821
<i>Vertikale Bewegungen</i>	-0,088	0,569
<i>Anzahl ausreichend lang geputzter Segmente</i>	-0,117	0,479

---

<b>Methode Rückwärts</b>		
F(1/76)=3,698; p=0,058; R <sup>2</sup> =0,046; korrigiertes R <sup>2</sup> =0,034		
Prädiktorvariablen	β	p
<i>Anzahl ausreichend lang geputzter Flächen</i>	-0,215	0,058

---

Kriteriumsvariable: MPI gesamt (% angefärbter vestibulärer und oraler Stellen);  
Prädiktorvariablen: Dauer (s) mit welcher alle vestibulären und oralen Flächen mit horizontalen, kreisenden oder vertikalen Bewegungen geputzt wurden sowie die Anzahl ausreichend lang geputzter Segmente (vestibuläre und orale Flächen pro Sextant); n=78 (nach Ausreißerkontrolle)

# Ergebnisse

---

**Tabelle 10:** Ergebnisse der Regressionsanalyse der vestibulären Parameter unter Einschluss aller Prädiktoren (Methode Einschluss) und unter Ausschluss von Prädiktoren, die nur unmaßgeblich zur Varianzaufklärung beitragen (Methode Rückwärts)

---

## Methode Einschluss

F(4/71)=5,135; p=0,001; R<sup>2</sup>=0,224; korrigiertes R<sup>2</sup>=0,181

Prädiktorvariablen	β	p
<i>Horizontale Bewegungen</i>	-0,116	0,334
<i>Kreisende Bewegungen</i>	-0,327	0,008
<i>Vertikale Bewegungen</i>	-0,013	0,904
<i>Anzahl ausreichend lang geputzter Segmente</i>	-0,275	0,017

---

## Methode Rückwärts

F(2/73)=9,892; p<0,001; R<sup>2</sup>=0,213; korrigiertes R<sup>2</sup>=0,192

Prädiktorvariablen	β	p
<i>Kreisende Bewegungen</i>	-0,277	0,011
<i>Anzahl ausreichend lang geputzter Flächen</i>	-0,311	0,005

---

Kriteriumsvariable: MPI vestibulär (% angefarbter vestibulärer Stellen);  
Prädiktorvariablen: Dauer (s) mit welcher alle vestibulären Flächen mit horizontalen, kreisenden oder vertikalen Bewegungen geputzt wurden sowie die Anzahl ausreichend lang geputzter vestibulärer Segmente (vestibuläre Flächen pro Sextant); n=76 (nach Ausreißerkontrolle)

## Ergebnisse

---

In die Regressionsanalyse für die oralen Flächen gingen als Prädiktoren die Zeitdauer, mit der jeweils horizontale und vertikale Putzbewegungen durchgeführt wurden sowie die Anzahl ausreichend lang geputzter Segmente ein. Die Zeitdauer mit der kreisende Bewegungen durchgeführt wurden, werden nicht mit in das Modell aufgenommen, da diese Bewegungen oral lediglich bei drei Kindern zu beobachten waren (siehe Kapitel 3.3.2.).

**Tabelle 11:** Ergebnisse der Regressionsanalyse für orale Parameter unter Einschluss aller Prädiktoren (Methode Einschluss) und unter Ausschluss von Prädiktoren, die nur unmaßgeblich zur Varianzaufklärung beitragen (Methode Rückwärts)

---

### Methode Einschluss

$F(3/74)=2,299$ ;  $p=0,084$ ;  $R^2=0,085$ ; korrigiertes  $R^2=0,048$

Prädiktorvariablen*	$\beta$	p
<i>Horizontale Bewegungen</i>	-0,320	0,102
<i>Vertikale Bewegungen</i>	-0,110	0,643
<i>Anzahl ausreichend lang geputzter Segmente</i>	-0,037	0,887

---

### Methode Rückwärts

$F(1/76)=6,507$ ;  $p=0,013$ ;  $R^2=0,079$ ; korrigiertes  $R^2=0,067$

Prädiktorvariablen	$\beta$	p
<i>Horizontale Bewegungen</i>	-0,281	0,013

---

Kriteriumsvariable: MPI oral (% angefärbter oraler Stellen); Prädiktorvariablen: Dauer (s) mit welcher alle oralen Flächen mit horizontalen, kreisenden oder vertikalen Bewegungen geputzt wurden sowie die Anzahl ausreichend lang geputzter oraler Segmente (vestibuläre Flächen pro Sextant);  $n=78$  (nach Ausreißerkontrolle).

\*nur bei 3 Kindern waren oral kreisende Bewegungen beobachtbar, daher ging in diese Regressionsanalyse die Zeitdauer mit der kreisende Bewegungen durchgeführt wurden nicht als Prädiktor mit ein.

## 4 Diskussion

Zum Beginn dieser Diskussion soll kurz erneut das Ziel und die Fragestellungen dieser Arbeit zusammengefasst werden.

Im ersten Teil dieser Arbeit wurde bereits beschrieben, dass das Zähneputzen bei Erwachsenen mangelhaft ist. Vor allem am Gingivarand verbleibt selbst nach langem und bestmöglichem Putzen viel Plaque. Die verbliebene Plaque ist der Auslöser für Parodontalerkrankungen. Die anfängliche Gingivitis kann sich bei weiterhin schlechter Mundhygiene beziehungsweise mangelhafter Plaqueentfernung zu einer Parodontitis weiterentwickeln, die zuletzt zum Zahnverlust führt. Die Prävalenzen der Parodontalerkrankungen in der deutschen Allgemeinbevölkerung zeigen, dass dies kein Einzelfall ist. Es sind nämlich mehr als die Hälfte aller Erwachsenen betroffen. Aus dieser hohen Prävalenz ergibt sich nicht nur ein hoher Behandlungsbedarf, sondern auch ein großer Bedarf an Prävention. Um Prävention zu ermöglichen, muss zuerst bekannt sein, wo der Grund für dieses offensichtlich mangelhafte Mundhygieneverhalten liegt.

Hier setzt die vorliegende Arbeit an: Um herauszufinden, ob die Erwachsenen ihre Zahnputzfertigkeiten verlernt haben, oder ob sie es nicht richtig gelernt haben, wurden 12-jährige Kinder untersucht. Diese 12-jährigen Kinder sollten nach der Gruppenprophylaxe eigentlich gelernt haben, ihre Zähne von Plaque zu befreien. Die Ziele der Studie waren also herauszufinden, wie plaquefrei die Zähne der Kinder nach bestmöglichem Putzen sind und auf welche Art und Weise sie putzen. Zum Abschluss wurde versucht herauszufinden, welche der beobachteten Verhaltensaspekte die Plaquefreiheit nach Putzen voraussagen können.

Diese so gewonnenen Erkenntnisse sollen dabei helfen, Hypothesen abzuleiten, wie sich die geringe Zahnputzeffektivität im Erwachsenenalter erklären und ggf. überwinden lässt

Zur Erleichterung der Einordnung der Studienergebnisse soll aber zunächst die Stichprobe anhand ihrer Merkmale zum Mundgesundheitsstatus mit den Ergebnissen von Repräsentativerhebungen verglichen werden.

## 4.1. Merkmale der Stichprobe

Insgesamt liegt bei etwas weniger als der Hälfte der Kinder altersentsprechend ein Wechselgebiss vor, in dem im Mittel weniger als ein Zahn eine Karieserfahrung aufweist. Insgesamt liegt die Gießener Stichprobe also über dem deutschen Durchschnitt (Schiffner, 2016). Hier muss sich vergegenwärtigt werden, dass im Schnitt immer noch weniger als ein Zahn betroffen ist und somit ein „sehr niedriger Kariesbefall“ nach einer WHO Klassifikation festgehalten werden kann (Barnes, 1983). Wie bereits in der DMS V als Kariespolarisierung beschrieben, verteilt sich der Großteil der Karies auf nur wenige Kinder, bei denen dann aber mehrere Zähne betroffen sind (Schiffner, 2016). Hinsichtlich der Karies ist die Gießener Stichprobe also sicherlich verbesserungswürdig, allerdings sind nur ein Drittel der Kinder betroffen, somit funktioniert die Prävention der Karies hier in weiten Teilen. Im Gegensatz zur Gingivitis: Fast alle Kinder haben mindestens eine blutende Stelle und somit eine Gingivitis. Dies bestätigt die zu Anfang aufgestellte Annahme, dass hinsichtlich der Gingivitis ein großer Präventionsbedarf gegeben ist.

In den klinischen Parametern stellt sich also die Stichprobe der vorliegenden Arbeit schlechter dar, als die Stichproben der bevölkerungsrepräsentativen Studien DMS V und DAJ (Jordan und Micheelis, 2016; Deutsche Arb.-Gemeinsch. f. Jugendzahnpflege, 2017). An dieser Stelle stellt sich daher die Frage, ob die Stichproben generell vergleichbar sind. Natürlich wurden in der vorliegenden Studie weniger Kinder untersucht als in den Repräsentativuntersuchungen, was möglicherweise zu anderen Ergebnissen führte. Außerdem ist auch eine gewisse Vorselektion der Stichprobe nicht auszuschließen, da ein großer Teil der angeschriebenen Kinder nicht auf das Rekrutierungsschreiben antwortete. Denkbar wäre sogar, dass die Kinder, die davon ausgehen eine schlechte Mundhygiene zu haben, nicht an der Studie teilnehmen wollten, was bedeuten würde, dass die Gießener Kinder tatsächlich noch weiter unter dem bundesdeutschen Durchschnitt liegen. Allerdings liefern die Beantwortungen der Fragestellungen der vorliegenden Arbeit dennoch wertvolle Hinweise, untersucht sie doch den Zahnputzvorgang selbst und gibt so wertvolle Hinweise auf das Zahnputzverhalten. Prinzipiell kann davon ausgegangen werden, dass die Kinder der Gießener Stichprobe auch hinsichtlich ihrer Verhaltensaspekte schlechtere Werte zeigen, als die Kinder der genannten Repräsentativstichproben.

Im Folgenden werden nun die zu Beginn genannten Fragestellungen beantwortet.

## 4.2. Beantwortung Fragestellung 1: Plaquefreiheit nach Putzen

Die erste Fragestellung dieser Arbeit befasst sich damit, wie plaquefrei 12-jährige Kinder unmittelbar nach bestmöglichem Putzen sind.

Im ersten Abschnitt dieser Arbeit wurde zudem die Frage aufgeworfen, ob die Erwachsenen das richtige Putzen verlernt haben oder es überhaupt nie korrekt ausführen konnten. Insbesondere, falls letzteres zutrifft, wäre ein ähnlich mangelhaftes Erreichen von Plaquefreiheit, wie bei Stichproben aus höheren Altersklassen zu vermuten (Harnacke et al., 2012a; 2012b; 2015; 2016; Deinzer et al., 2016; Ebel et al., 2018; Petker et al., 2019). In der Tat zeigt die vorliegende Studie, dass auch bei den Kindern das Erreichen von Plaquefreiheit nur unvollständig gelingt. Dies zeigt sich sowohl im MPI als auch im TQHI. Dabei sind die Werte ähnlich schlecht wie die bei anderen Stichproben aus höheren Altersklassen (Harnacke et al., 2012a; 2012b; 2015; 2016; Deinzer et al., 2016; Ebel et al., 2018; Petker et al., 2019).

In der differenzierteren Auswertung des MPI fällt auf, dass in dieser Stichprobe die höchsten Werte an den approximalen Messstellen beobachtet wurden. Dort waren fast 60% aller Stellen mit Plaque belegt. Diese Tatsache könnte ein Hinweis darauf sein, dass schon in diesem Alter zusätzliche Approximalhygiene notwendig ist und diese damit auch schon in der Gruppenprophylaxe und /oder frühen Individualprophylaxe gelehrt werden sollte. Prinzipiell wird die Approximalhygiene auch bei jüngeren Kindern empfohlen, nämlich dann, wenn sich die Lücken zwischen den Milch- bzw. neu dazu kommenden bleibenden Zähnen schließen (Bundesverband der Kinderzahnärzte, 2014). Aufgrund der Verletzungsgefahr bei unsachgemäßer Anwendung der Zahnseide, wird die Anwendung der Zahnseide erst ab dem 12. Lebensjahr empfohlen. Die Approximalhygiene stellt jedoch auch für ältere Stichproben eine Herausforderung dar, die nur von den wenigsten gelöst wird (Lang et al., 1998; Winterfeld, 2015). Es liegt also nahe, dass eine erfolgreiche Anwendung von 12-Jährigen aufgrund der geringeren manuellen Geschicklichkeit noch schwieriger zu erreichen ist.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass auch nach bestmöglichem Putzen vor allem am Gingivarand immer noch Plaque zu finden ist. Trotz aller Anstrengungen der Prophylaxeprogramme bleiben, zumindest bei den Gießener Kindern, die in der vorliegenden Arbeit untersucht wurden, die Hälfte aller Stellen am Gingivarand mit Plaque belegt. Somit ist die Grundvoraussetzung für die Entstehung von Gingivitis gegeben. Auch wenn bei Kindern die Parodontitis noch nicht relevant ist, scheint sich die fehlende Fähigkeit, eine Plaquefreiheit am Gingivarand zu erreichen, auch im Erwachsenenalter fortzusetzen. In Anbetracht dieser Tatsache überraschen auch die hohen Prävalenzen der Parodontitis bei Erwachsenen wenig. Der Gingivarand zeigt sich als größte Problemstelle.

## Diskussion

---

Im Hinblick auf die eingangs aufgeworfene Frage, ob die Erwachsenen verlernt haben ihre Zähne optimal zu reinigen oder es nie konnten, legen die vorliegenden Daten nahe, dass sie es tatsächlich nie gelernt haben.

### 4.3. Beantwortung Fragestellung 2: Zahnputzverhalten

Die Kinder sind also auch nach dem Ende der Gruppenprophylaxe nicht wirklich in der Lage, gründlich ihre Zähne zu putzen und Plaquefreiheit zu erreichen. Dies ist insofern interessant, da die Zahnputzinstruktion lautete, so gut wie möglich zu putzen. Die relativ lange Putzzeit von über drei Minuten lässt vermuten, dass dies die Kinder auch tatsächlich versuchen haben. Daher liegt der Schluss nahe, dass die nicht erreichte Plaquefreiheit nach bestmöglichem Putzen auf mangelnde Fertigkeiten zurückzuführen ist.

Frühere Studien mit Erwachsenen haben gezeigt, dass allerdings auch bei Putzzeiten von mindestens zwei Minuten nicht alle Flächen erreicht werden, dies betrifft vor allem orale Flächen (Honkala et al., 1986; van der Weijden und Hioe, 2005; Harnacke et al., 2015; Ebel et al., 2018; Deinzer et al., 2018a; Petker et al., 2019). Zudem wird meist horizontal geputzt, obwohl dies üblicherweise nicht empfohlen wird (Winterfeld, 2015).

Bei den Kindern der vorliegenden Arbeit zeigen sich ähnliche Befunde: Wie oben bereits angesprochen, putzen die Kinder entsprechend den aktuellen Empfehlungen und den Vorgaben des in der Gruppenprophylaxe angewandten Zahnputzliedes (Zahnputz-Zauber 2012) mehr als ausreichend lange. Allerdings, mit Blick auf die Vollständigkeit, d. h. das Erreichen aller Flächen, hat sich gezeigt, dass in dieser Putzzeit aber dennoch nicht alle Flächen erreicht werden. Während vestibuläre Bereiche von nahezu allen Kindern erreicht werden, putzen knapp die Hälfte der Kinder noch nicht einmal einen einzigen Sextanten von oral mehr als 7,5 Sekunden. Es ist unklar, warum die oralen Flächen so sehr vernachlässigt werden, obwohl beispielsweise im Zahnputzlied, welches oft bei der Gruppenprophylaxe als Anleitung benutzt wird, orale Flächen sogar länger geputzt werden sollten (Zahnputz-Zauber, 2012). Womöglich hat dies etwas mit der schwierigeren visuellen Kontrolle zu tun, sowie mit höheren motorischen Anforderungen zum Putzen dieser Flächen.

Gleichzeitig ist eine Konzentration auf Sextant 2 und Sextant 5 zu beobachten, dies gilt vor allem für die vestibulären Flächen. Eventuell werden diese Flächen am meisten geputzt, da sie womöglich am leichtesten sowohl motorisch zu erreichen als auch der visuellen Kontrolle zugänglich sind. Im Gegensatz dazu, werden die posterioren Sextanten kürzer geputzt, was auch daran liegen könnte, dass diese Bereiche schwieriger zu erreichen sind. Es liegt nahe, dass verstärkt darauf hingearbeitet werden sollte, die Kinder zu einem Putzen dieser vernachlässigten Bereiche zu bringen.

Hinsichtlich der Bürstbewegungen folgen die Kinder in Teilen den gängigen Empfehlungen (Zahnputz-Zauber, 2012). In der Stichprobe der vorliegenden Arbeit putzen sie, wie empfohlen,

## Diskussion

---

an Außenflächen überwiegend kreisend, während oral überwiegend vertikale Bewegungen durchgeführt werden. Abweichend von den Empfehlungen gibt es aber, vor allem vestibulär, immer noch einen recht großen Anteil horizontaler Bewegungen (Zahnputz-Zauber, 2012). Da okklusal zuerst horizontal geputzt wird, ist es möglich, dass die Kinder es nicht schaffen, die Bürstbewegung zu verändern und so auch vestibulär weiterhin horizontale Bewegungen ausführen. Zudem ist es möglich, dass es einfacher ist, horizontale Bewegungen anstelle von kreisenden bzw. vertikalen Bewegungen durchführen und die Kinder somit dazu neigen trotz anderslautender Empfehlung horizontal zu putzen (Sundell und Klein, 1982; Simmons et al., 1983; Makuch, 1994, 1995; Mahmoodi et al., 2014).

Besonders auffällig ist die Tatsache, dass vestibulär größtenteils im Tigerbiss geputzt wird. Durch das Zusammenbeißen der Zahnreihen kann mit einer kreisenden beziehungsweise horizontal schrubbenden Bürstbewegung eine große Fläche geputzt werden. Dies ist vor allem manuell für die Kinder einfach zu bewerkstelligen. In dieser Hinsicht folgen die Kinder den Anweisungen des Zahnputzliedes (Zahnputz-Zauber, 2012). Wenn aber während des Tigerbisses horizontale Bewegungen durchgeführt werden, könnte es passieren, dass möglicherweise nur die koronalen Anteile der Zähne beider Zahnreihen geputzt werden und diese Bewegung so zu einer Vernachlässigung des Gingivarandes führt. (siehe dazu auch Kapitel 4.4).

Es kann also festgehalten werden, dass auch die relativ lange Putzzeit (zurückzuführen auf die Putzinstruktion „so gut wie möglich“ zu putzen) bei Weitem nicht zur Plaquefreiheit führt (siehe Kapitel 4.2.). Offensichtlich sind es andere Putzverhaltensaspekte, die hier eine Rolle spielen. In wie fern die Plaquefreiheit über die beobachteten Verhaltensaspekte vorausgesagt werden kann, soll im nächsten Kapitel beschrieben werden.

### 4.4. Beantwortung Fragestellung 3: Vorhersage der Plaquefreiheit über Verhaltensaspekte

In den vorangegangenen Abschnitten wurde gezeigt, dass mangelhafte Putzfertigkeiten vorliegen und viel Plaque nach dem Putzen verbleibt. Zudem zeigten frühere Studien, dass kreisende Bewegungen und die gleichmäßige Verteilung der Putzzeit (Harnacke et al., 2015; Ebel et al., 2018) mit der Plaquefreiheit zusammenhängen. Es stellt sich nun die Frage nach den Zusammenhängen zwischen Verhaltensparametern und erreichter Plaquefreiheit in der vorliegenden Stichprobe. So wird die letzte Fragestellung der vorliegenden Arbeit aufgegriffen.

Es wurde schon festgestellt, dass das Putzverhalten in Bezug auf Außen- und Innenflächen erhebliche Diskrepanzen aufweist. Aus diesem Grund hat es sich als sinnvoll herausgestellt, die Analysen über die Vorhersage der Plaquefreiheit nicht nur insgesamt, sondern auch getrennt nach Außen- und Innenflächen durchzuführen.

Sofern vestibuläre und orale Flächen zusammen betrachtet werden, liefert nur die Anzahl ausreichend lang geputzter Segmente einen signifikanten positiven Beitrag zur Varianzaufklärung. Allerdings war die Varianzaufklärung mit 4,6% sehr niedrig. Sobald nun die Flächen getrennt betrachtet werden, zeigt sich ein durchaus interessantes Bild:

Die untersuchten Verhaltensaspekte führten vestibulär zu einer deutlich erhöhten Varianzaufklärung von 19,2%, bei der ebenfalls die Anzahl der erreichten Segmente und zusätzlich kreisende Bewegungen einen signifikanten positiven Beitrag zur Varianzaufklärung leisteten.

Es ist plausibel, dass die beiden genannten Prädiktoren zur Varianzaufklärung beitragen, genauso wie die Tatsache, dass vertikale und horizontale eben nicht signifikant dazu beitragen. Vertikale Bewegungen werden vestibulär nur sehr selten durchgeführt. Bei horizontalen Bewegungen ist es möglich, dass nur die koronalen Bereiche des Zahnes gereinigt werden. Besonders im Tigerbiss ist denkbar, dass so nur koronal geputzt wird, da der Bürstkopf bei horizontalen Bewegungen nicht gleichzeitig beide Gingivaränder bedecken kann. Um eine Reinigung der Gingivaränder beider beteiligter Sextanten zu erreichen, müsste also die Höhe der Zahnbürste mehrfach verändert werden. Wenn dies nicht geschieht, wird zwangsläufig nicht der Bereich am Gingivarand sauber, die der MPI ja abbildet.

Gegensätzlich dazu leisten bei der Analyse der oralen Flächen nur horizontale Bewegungen einen signifikanten Beitrag zur Varianzaufklärung, der auch hier sehr niedrig mit 6,7% ausfällt. Unabhängig von den unterschiedlichen Bürstbewegungen die bei beiden Flächen genutzt werden, ist der größte Unterschied zwischen den beiden Flächen, dass vestibulär fast alle

## Diskussion

---

Segmente erreicht werden, während dies oral keineswegs der Fall ist. Die geringe Varianzaufklärung deutet daraufhin, dass das Modell womöglich nicht valide ist, unter anderem eben dadurch bedingt, dass oral sehr viele Bereiche nicht geputzt wurden. Es liegt nahe, dass irrelevant ist, welche Bürstbewegungen ausgeführt werden, wenn das jeweilige Segment überhaupt nicht erreicht wird.

Obwohl die Regressionsanalyse also schon ein beachtliches Ergebnis für die vestibuläre Fläche liefert, ist noch viel Raum für andere Variablen, vor allem oral. Beispielsweise der Bürstdruck könnte sich ebenfalls neben anderen Variablen (siehe Kapitel 4.5.) auf das Putzergebnis auswirken. Zusätzlich baut die Regressionsanalyse vor allem auf Daten auf, die durch die Videobeobachtung erfasst wurden.

## 4.5. Limitierungen

Die Stärken dieser Arbeit liegen sicherlich nicht nur in der umfassenden und detaillierten Befundaufnahme, sowohl hinsichtlich des Zahnstatus als auch der Plaque vor und nach dem Putzen. Zudem wurden auch die Verhaltensaspekte eingehend beobachtet und analysiert. Natürlich gibt es dennoch Limitierungen, die im Folgenden erläutert werden.

Grundsätzlich gibt es verschiedene Möglichkeiten vorhandene Plaque zu messen. Im Bereich der optischen Erfassung von Plaque haben sich verschiedene Anfärbemethoden bewährt (Gillings, 1977). Zum einen, die in der vorliegenden Arbeit angewandte Plaqueerfassung mittels fluoreszierendem Farbstoff. Durch eine UV-Lampe kann der Farbstoff sichtbar gemacht und der Befund erhoben werden. In der vorliegenden Studie wurde die Erfahrung gemacht, dass die Stärke der Anfärbung bei dicker Plaque sehr gut war. Gleichzeitig war die Fluoreszenz bei dünner Plaque schwach, dementsprechend erschwerte dies die Befundung und könnte zu niedrigeren Werten der Plaqueindizes geführt haben. Gegenätzlich dazu bleibt die Anfärbung mittels Erythrosin, beispielsweise durch das Mira 2 Ton Präparat, über einen längeren Zeitraum bestehen. Es besteht die Möglichkeit, dass Unterschiede in der Menge der Plaqueerfassung zwischen diesen beiden Methoden bestehen. Ältere Studien zeigten, dass Erythrosin ungefähr doppelt so viel Plaque wie Fluorescein anfärbte (Gillings, 1977). In den bisherigen Studien der Gießener Arbeitsgruppe wurden beide Techniken angewandt und es wurden unterschiedliche Plaquewerte beobachtet (Harnacke et al., 2012a; 2012b; 2015; 2016; Deinzer et al., 2016; Ebel et al., 2018; Petker et al., 2019). Es ist aber unklar, ob die Unterschiede auf den Plaquerelevator oder die Mundhygiene zurückzuführen sind, da auch eine Studie mit Fluorescein sehr hohe Plaquewerte nach dem Putzen beobachtete (Ebel et al., 2018). Da aber sowieso keine Plaquefreiheit gegeben ist, war die Entscheidung für den fluoreszierende Plaquerelevator nachvollziehbar, da nur dieser eine Anfärbung vor dem Putzen erlaubte. Den Kindern sollte die Anfärbung der bereits vorher vorhandenen Plaque keine Hilfestellung zum Putzen geben.

Die Patienten putzten nicht mit der eigenen Zahnbürste, sondern mit der iBrush, einer Bürste zur Registrierung der Bürstbewegung (siehe Methodenteil). Eventuell haben die Kinder schlechter geputzt als zuhause, da die neue Zahnbürste ungewohnt war. Dagegen sprechen allerdings die durchaus hohen Plaquewerte vor dem Putzen. Wenn die Kinder besser zuhause putzen würden, wären dort bessere Ergebnisse zu erwarten.

Auch die Videoanalyse hat Grenzen: So ist es oft schwer zu bestimmen, ob auf einer Fläche eher koronal oder am Gingivarand geputzt wird. Im Hinblick auf die Plaquewerte wird ersichtlich, dass die koronalen Anteile eher sauber werden als die gingivalen. Es kann davon

## Diskussion

---

ausgegangen werden, dass also eher koronal geputzt wird. Allerdings kann dies nicht alleine durch die Videoanalyse geklärt werden. Mit einer genaueren Messmethode könnte so vielleicht mehr der Varianz erklärt werden.

Da die Kinder wussten, dass sie gefilmt werden, kann vermutet werden, dass sie deshalb anders putzen als zuhause. Die Arbeitsgruppe um Macgregor hat schon zeigen können, dass ein signifikanter Unterschied besteht zwischen Gruppen, die über Video beobachtet wurden und denen dies bekannt oder nicht bekannt war (Macgregor & Rugg-Gunn, 1986). Grundsätzlich ist also davon auszugehen, dass die Kinder anders als habituell putzen, ein Problem welches prinzipiell aber schon durch die Teilnahme an einer Studie auftritt. Beides sollte sich aber nicht negativ auf die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit auswirken, da den Kindern die Anweisung gegeben wurde, so gut wie möglich zu putzen und sie somit nur besser und nicht schlechter putzen sollten.

Wie bereits im Theorieteil erwähnt, wurden einige Aspekte des Zahnputzverhaltens nicht untersucht. Dazu zählt beispielsweise der Druck, mit dem geputzt wurde, oder die Approximalhygiene. Es ist bekannt, dass sich der Bürstdruck bis zu einer gewissen Grenze positiv auf die Plaqueentfernung auswirkt (van der Weijden et al., 1996). Es sollte eine Kraft im Bereich von zwei bis drei Newton angewandt werden, um ein Maximum an Plaqueentfernung zu erreichen. Gleichzeitig sollte vermieden werden, dass durch zu hohen Bürstdruck Schäden an der Zahnschmelze sowie der Gingiva entstehen (Benz et al., 1987; Ganss et al., 2009). In zukünftigen Studien sollte der Bürstdruck berücksichtigt werden, allerdings muss dann auch ein entsprechendes Hilfsmittel zur Erfassung vorhanden sein. Die Approximalhygiene wurde in der vorliegenden Studie nicht untersucht, da den Kindern keine Hilfsmittel zur Verfügung gestellt wurden. Dies hatte mehrere Gründe: Zum einen nimmt im Alter von 12 Jahren die Approximalhygiene, aufgrund von mangelnder manueller Geschicklichkeit noch keine großen Stellenwert ein. Zum anderen konnte in einer Untersuchung 18-Jähriger beobachtet werden, dass nur wenige Zahnseide benutzten und falls doch, dann fast alle auf die falsche Art und Weise (Winterfeld, 2015).

Die vom MPI erfassten approximalen Bereiche, sind allerdings auch allein mit einer Zahnbürste erreichbar. So kann vom Grundsatz davon ausgegangen werden, dass diese Bereiche auch in der vorliegenden Studie gereinigt werden konnten.

Es ist naheliegend, dass nicht alle Aspekte des Zahnputzverhaltens in einer Studie untersucht werden können. Somit bieten sich sicherlich Folgestudien an, die nicht nur eventuell die genannten Limitierungen aufgreifen könnten, sondern auch die im nächsten Kapitel abgeleiteten und aufgezeigten Forschungsansätze weiterverfolgen könnten.

### 4.6. Erkenntnisfortschritt und Darlegung weiterer Forschungsansätze

Aufgrund der bisherigen Studien war durchaus bekannt, dass Erwachsene, sofern sie nicht Experten auf dem Gebiet der Zahnmedizin sind, schlecht putzen (Harnacke et al., 2012a; 2012b; 2015; 2016; Deinzer et al., 2016; Ebel et al., 2018; Petker et al., 2019). Es war jedoch unbekannt, ob sie effektives Putzen verlernt haben oder es nie richtig gelernt haben. Um darauf Rückschlüsse ziehen zu können, wurde eine Stichprobe von 12-jährigen Kindern untersucht. Da sie größtenteils die Gruppenprophylaxe abgeschlossen haben sollten, müssten sie eigentlich von der dort stattgefundenen Vermittlung von Zahnputzfertigkeiten profitiert haben.

Die Beantwortung der ersten Fragestellung zeigte: Auch die 12-Jährigen putzen mangelhaft und folgen in vielen Hinsichten nicht den Empfehlungen der Gruppenprophylaxe. Beide erhobenen Plaqueindizes zeigen, dass selbst nach bestmöglichem Putzen noch die Hälfte aller Stellen mit Plaque belegt sind. Besonders der Gingivarand und im speziellen die approximalen Gingivarandstellen sind vernachlässigte Bereiche.

Aufgrund der, im Vergleich zu den Empfehlungen, langen Zahnputzdauer ist davon auszugehen, dass den Kindern bewusst ist, wie viel Zeit sie dem Zähneputzen mindestens widmen sollten. Nichts desto trotz führt diese lange Putzdauer nicht zur Plaquefreiheit. Die anderen, im Rahmen der zweiten Fragestellung, untersuchten Aspekte wie beispielsweise die Vollständigkeit des Zahnputzvorgangs hinsichtlich erreichter Flächen, vor allem im Hinblick auf orale Flächen, zeigten mangelhafte Putzfertigkeiten. Es zeigte sich nämlich, dass nur 4% der Kinder es schafften alle Flächen mind. 7,5 Sekunden zu putzen. Unabhängig davon, welche Bürstbewegungen einen Einfluss auf die Plaqueentfernung haben kann, liegt es nahe, dass eine vollständige Plaqueentfernung nur mit einem vollständigen Erreichen aller Flächen möglich ist.

Generell zeigte sich aber auch, dass der Unterschied im Putzverhalten von Außen- und Innenfläche so groß ist, dass beide Flächen getrennt voneinander betrachtet und analysiert werden sollten. Die beobachteten Parameter konnten einiges der Varianz der Plaquefreiheit an den Außenflächen aufklären. Dagegen trugen sie nicht bedeutsam zur Varianzaufklärung an den Innenflächen bei. Im Hinblick auf die berichteten Erkenntnisse stellt sich die Frage, ob der Fokus des Mundhygienetrainings noch mehr auf den oralen Flächen liegen sollte. Trotz der relativ langen Putzzeit werden orale Flächen immer noch vernachlässigt und okklusale sowie vestibuläre Flächen deutlich mehr Zeit als gefordert geputzt. Dabei putzen sie oft Bereiche länger, die sowieso schon sauber sind. Hier ist sicherlich ein weiterer Prophylaxebedarf gegeben, vor allem im Hinblick auf die hohen Prävalenzen der Parodontalerkrankungen in der

## Diskussion

---

Allgemeinbevölkerung. Der erste Schritt wäre es, ein besseres Bewusstsein für die Flächen im Mund zu schaffen, damit so überhaupt alle Flächen erreicht werden. Besonders die 12% Kinder, die oral überhaupt nicht putzten, stehen exemplarisch für die Vernachlässigung oraler Flächen. Denn wenn Flächen nicht geputzt werden, können sich naturgemäß auch andere Aspekte des Zahnputzverhaltens nicht auf die Plaqueentfernung auswirken. Zwar wird bereits im Zahnputzlied oral länger geputzt als vestibulär oder okklusal, allerdings scheint sich dies nicht auf das Verhalten der Kinder übertragen zu haben. An dieser Stelle gibt es also Verbesserungsbedarf. Generell scheint es, dass schwierig zu putzende Bereiche wie orale Flächen, posteriore Sextanten und der Gingivarand zugunsten der einfacheren Stellen vernachlässigt werden.

Zudem sollte versucht werden, den Fokus in der Prophylaxe mehr auf den Gingivarand zu legen. Denn obwohl die Kinder relativ viel Zeit damit verbringen, vestibulär zu putzen, wird nicht zwangsläufig der Gingivarand sauber. Möglich ist, dass nur die koronalen Anteile des Zahnes geputzt werden und somit am Gingivarand keine bessere Plaqueentfernung erreicht wird. Doch gerade dieser Bereich ist für die Prophylaxe von Gingivitis und Parodontitis entscheidend. Denkbar ist auch eine Fokussierung auf diesen Gingivarand in Form eines weiteren Einzelschritts, in dem nur der Übergang von Zahn zu Zahnfleisch geputzt wird und nicht die gesamte Fläche. Ob dies überhaupt eine Verbesserung darstellen würde, müsste in weiteren Studien geprüft werden. Weiterhin sind vor allem proximale Bereiche am Gingivarand mit Plaque belegt. Auch hier besteht weiterer Forschungsbedarf, um herauszufinden, ob mit einer verbesserten Putztechnik diese Bereiche von den Kindern gereinigt werden können, oder ob es notwendig ist, den Kindern beizubringen, wie sie den Approximalraum mit Hilfsmitteln wie Zahnseide und Interdentälbürsten reinigen können.

Sicherlich erweisen die bestehenden Prophylaxeprogramme einen guten Dienst und haben möglicherweise auch dazu beigetragen, die Mundhygiene und Mundgesundheit im Laufe der letzten Jahrzehnte zu verbessern. Bisher gab es aber keine kritische Beurteilung des Erfolgs der Gruppenprophylaxe hinsichtlich der Plaqueentfernung am Gingivarand. Hier bleibt die Erkenntnis aus den vorliegenden Daten, dass die Reinigung oraler Flächen und vor allem des Gingivarandes eine Herausforderung darstellt, die in der Zukunft gemeistert werden muss. Durch eine Verbesserung können die hohen Prävalenzen von Gingivitis und Parodontitis verringert und somit die Mund- und allgemeine Gesundheit verbessert und sichergestellt werden.

## 5 Zusammenfassung

Die hohen Prävalenzen parodontaler Erkrankungen wie Gingivitis und Parodontitis weltweit wie auch in Deutschland zeigen einen großen Handlungsbedarf. Ein Hauptfaktor für die entzündlichen Reaktionen der Gingiva und des Parodonts ist persistierende und akkumulierende dentale Plaque am Gingivarand. Regelmäßige häusliche Mundhygiene, also mechanische Entfernung der Plaque durch das Zähneputzen dient maßgeblich der Prävention dieser Erkrankungen. Allerdings schaffen es Erwachsene nicht, beim Zähneputzen weitgehende Plaquefreiheit zu erreichen. Im Rahmen der vorliegenden Studie sollten Anhaltspunkte dafür gesammelt werden, ob sie dies niemals gelernt haben oder es wieder verlernt wurde. Daher wurden 12-jährige Kinder untersucht, die am Ende der Gruppenprophylaxe eigentlich die Fertigkeit, die Zähne von Plaque zu befreien, erworben haben sollten.

Ziel der vorliegenden Studie war es also, die Putzfertigkeit von 12-jährigen Kindern (N=99) zu überprüfen, indem untersucht wurde, wie sauber die Zähne der Kinder unmittelbar nach bestmöglichem Putzen sind. Dies wurde über die Auswertung zweier Plaqueindizes, MPI und TQHI erreicht. Außerdem wurde das auf Video aufgezeichnete und ausgewertete Zahnputzverhalten der Kinder analysiert und geprüft, ob und inwieweit sich bestimmte Verhaltensaspekte mit dem Ausmaß des Putzerfolgs in Verbindung bringen ließen. Letzteres geschah über eine Regressionsanalyse. Untersuchte Verhaltensaspekte waren die Putzdauer, die Vollständigkeit des Erreichens von Flächen und Sextanten, die Anzahl ausreichend lang geputzter Bereiche (basierend auf den Vorgaben der Gruppenprophylaxeprogramme) sowie die Bürstbewegungen.

Selbst nach bestmöglichem Putzen blieben bei den 12-jährigen mehr als die Hälfte aller Stellen am Gingivarand mit Plaque belegt. Dabei war die Putzdauer mit über drei Minuten relativ lang. Allerdings wurden speziell die oralen Flächen vernachlässigt, die von 12% der Kinder gar nicht geputzt wurden. Als signifikant für die Vorhersage der Plaquefreiheit der vestibulären Flächen erwies sich die Dauer der kreisenden Bewegungen und die Anzahl der ausreichend lang geputzten Segmente mit einer Varianzaufklärung von 21,3%. Eine deutlich geringere Varianzaufklärung ergab sich für die oralen Flächen (5,7%).

Insgesamt deuten die Daten darauf hin, dass die mangelnden Fertigkeiten Erwachsener Plaquefreiheit zu erreichen, eher darauf zurückzuführen sind, dass sie es nicht gelernt haben als darauf, dass sie es wieder vergessen oder verlernt haben. Bereits bei Kindern ist die auch im Erwachsenenalter festzustellende Vernachlässigung oraler Flächen beim Putzen beobachtbar. Um das mangelhafte Putzverhalten der 12-Jährigen und ggf. auch Erwachsener zu verbessern erscheint es notwendig den Fokus des Mundhygienetrainings noch mehr auf das Putzen oraler Flächen und den Gingivarand zu legen, um spätere parodontale Erkrankungen zu verhindern.

## 6 Summary

The high prevalences of periodontal diseases such as gingivitis and periodontitis worldwide as well as in Germany show a great need for action. A major factor for the inflammatory reactions of the gingiva and periodontium is persistent and accumulating dental plaque at the gingival margin. Regular oral hygiene at home, i.e. the mechanical removal of plaque by tooth brushing, is essential for the prevention of these diseases. However, it has been shown that adults have problems achieving oral cleanliness by self-performed oral hygiene. The question arises whether they have not acquired the skills to achieve oral cleanliness or whether they have forgotten it again. Therefore, 12-year-old children were examined from whom one would expect that they already have acquired these skills by the end of group prevention programs.

The aim of the present study was therefore to find out to what degree 12-year-old children (N=99) achieve oral cleanliness by brushing their teeth to the best of their abilities. Two plaque indices were assessed: MPI and TQHI. In addition, the children's tooth brushing behavior was video-taped and analyzed afterwards regarding various behavioral aspects. Finally, it was examined whether and to what extent behavioral aspects of brushing behavior are associated with the extent of brushing success. The latter was done by means of a regression analysis. The analyzed behavioral aspects were brushing duration, degree of completeness of reaching all surfaces and sextants, the number of areas brushed sufficiently long (based on the specifications of the group prevention programs) and brushing movements.

Although the children brushed their teeth to the best of their abilities, they showed remaining plaque at more than 50% of the marginal sections. Particularly oral surfaces were neglected. 12% of the children did not clean these surfaces at all. With respect to vestibular surfaces, the duration of circular movements and the number of areas brushed sufficiently long explained 21.3% of the variance of the degree of oral cleanliness. In contrast, only 5.7% of variance could be explained with respect to oral surfaces. Overall, the data suggest that the lack of skills in achieving oral cleanliness of adults is rather due to the fact that they have not learned it then to the fact that they have forgotten it again. The neglect of oral surfaces, which was observed in samples of adults, can already be observed in children. In order to improve the poor cleaning behavior of 12-year-olds as well as adults, it seems necessary to focus oral hygiene training even more on cleaning oral surfaces and the gingival margin in order to prevent later periodontal diseases.

## 7 Abbildungsverzeichnis

Alle Abbildungen befinden sich im Text.

- Abbildung 1:** Flow Chart Probandenrekrutierung.
- Abbildung 2:** Sextanten Einteilung.
- Abbildung 3:** Häufigkeit der Gesamtzahl aller Zähne, aufgeschlüsselt in die Gesamtzahl der bleibenden Zähne (a) und die Gesamtzahl der Milchzähne (b).
- Abbildung 4:** Boxplot des mittleren PBI (a) und des prozentualen Anteils blutender Stellen an allen Stellen (b).
- Abbildung 5:** Boxplot des MPI gesamt und flächenbezogen, jeweils vor (a) und nach (b) dem Putzen.
- Abbildung 6:** Boxplot des TQHI gesamt und flächenbezogen, jeweils vor (a) und nach (b) dem Putzen.
- Abbildung 7:** Zahnkontaktzeit in Sekunden, nach Flächen okklusal, vestibulär und oral unterschieden.
- Abbildung 8:** Stapeldiagramm über den Zeitanteil, der vestibulär im Tigerbiss geputzt wird
- Abbildung 9:** Dauer der kreisenden, horizontalen sowie vertikalen Bewegungen vestibulär in Sekunden.
- Abbildung 10:** Dauer der horizontalen, vertikalen sowie kreisenden Bewegungen oral in Sekunden.
- Abbildung 11:** Anzahl der Segmente insgesamt (oral und vestibulär), die ausreichend lange geputzt wurden.
- Abbildung 12:** Anzahl der Segmente (Sextanten), die ausreichend lange geputzt wurden, getrennt für (a) vestibuläre und (b) orale Fläche

## 8 Tabellenverzeichnis

Alle Tabellen befinden sich im Text.

- Tabelle 1:** Darstellung des methodischen Vorgehens der Studien zum Zahnputzverhalten
- Tabelle 2:** Abfolge der einzelnen Schritte in der Videoauswertung mit Angabe der durchführenden UntersucherInnen
- Tabelle 3:** Stichprobenbeschreibung
- Tabelle 4:** Zahnstatus und Anzahl der Kinder mit jeweiliger Ausprägung der einzelnen Merkmalen
- Tabelle 5:** Plaquewerte vor Putzen
- Tabelle 6:** Plaquewerte nach Putzen
- Tabelle 7:** Verteilung der Zahnkontaktzeit auf die Flächen
- Tabelle 8:** Zahnkontaktzeit nach Sextanten
- Tabelle 9:** Ergebnisse der Regressionsanalyse der Gesamt-Parameter (vestibuläre und orale Flächen zusammengefasst) unter Einschluss aller Prädiktoren (Methode Einschluss) und unter Ausschluss von Prädiktoren, die nur unmaßgeblich zur Varianzaufklärung beitragen (Methode Rückwärts)
- Tabelle 10:** Ergebnisse der Regressionsanalyse der vestibulären Parameter unter Einschluss aller Prädiktoren (Methode Einschluss) und unter Ausschluss von Prädiktoren, die nur unmaßgeblich zur Varianzaufklärung beitragen (Methode Rückwärts)
- Tabelle 11:** Ergebnisse der Regressionsanalyse für orale Parameter unter Einschluss aller Prädiktoren (Methode Einschluss) und unter Ausschluss von Prädiktoren, die nur unmaßgeblich zur Varianzaufklärung beitragen (Methode Rückwärts)

## 9 Literaturverzeichnis

- American Dental Association (2012): How to Brush. Online verfügbar unter <https://www.mouthhealthy.org/en/az-topics/b/brushing-your-teeth> , zuletzt geprüft am 30.10.2019.
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (2016): S2K-Leitlinie Kariesprophylaxe bei bleibenden Zähnen. Langfassung Stand Juni 2016. Online verfügbar unter <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/083-021.html> , zuletzt geprüft am 28.10.2019
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde; Deutsche Gesellschaft für Parodontologie e.V. (2018): S3-Leitlinie Häusliches mechanisches Biofilmmangement in der Prävention und Therapie der Gingivitis. Langfassung Stand November 2018. Online verfügbar unter <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/083-022.html> , zuletzt geprüft am 28.10.2019
- Armitage, G. C. (1999): Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. In: *Annals of Periodontology* 4 (1), S. 1–6. DOI: 10.1902/annals.1999.4.1.1.
- Attin, T.; Hornecker, E. (2005): Tooth brushing and oral health. How frequently and when should tooth brushing be performed? In: *Oral health & preventive dentistry* 3 (3), S. 135–140.
- Baehni, P. C. (2012): Translating science into action--prevention of periodontal disease at patient level. In: *Periodontology 2000* 60 (1), S. 162–172. DOI: 10.1111/j.1600-0757.2011.00428.x.
- Barmes DE (1983): Indicators for oral health and their implications for developing countries. In: *Int Dent J* 33. S. 60–66.
- Becker, M. R.; Paster, B. J.; Leys, E. J.; Moeschberger, M. L.; Kenyon, S. G.; Galvin, J. L. et al. (2002): Molecular Analysis of Bacterial Species Associated with Childhood Caries. In: *Journal of Clinical Microbiology* 40 (3), S. 1001–1009. DOI: 10.1128/JCM.40.3.1001-1009.2002.
- Becker, U.; Kingreen, T. (2008): SGB V - Recht des öffentlichen Gesundheitswesens. [Krankenversicherungsrecht ; Vertragsärztliche Versorgung ; Krankenhausversorgung ; Heil- und Hilfsmittelversorgung ; Arzneimittelversorgung ; sonstige Versorgung] Textausgabe mit ausführlichem Sachverzeichnis und mit einer Einführung. 15., überarb. u. erw. Aufl. München: Dt. Taschenbuch-Verl. (Dtv, 5559 : Beck-Texte im dtv).
- Benz, C.; Schwarz, P.; Sonnabend, E. (1987): Untersuchung verschiedener physikalischer Zahnputzparameter und ihres Zusammenhänge mit dem Auftreten nichtentzündlicher Gingivarezessionen. In: *ZWR* 96 (10), 930, 935.
- Bundesverband der Kinderzahnärzte (2014): Zahnpflege - Gewusst wie. Online verfügbar unter

## Literaturverzeichnis

---

[https://www.bukiz.de/fileadmin/user\\_upload/pressemitteilungen/zahnpflege\\_von\\_kleinauf\\_ueben/bukiz\\_hintergrund\\_22\\_09\\_14.pdf](https://www.bukiz.de/fileadmin/user_upload/pressemitteilungen/zahnpflege_von_kleinauf_ueben/bukiz_hintergrund_22_09_14.pdf), zuletzt geprüft am 24.10.2019.

Center for Scientific Information, ADA Science Institute (2018): Home Oral Care. Online verfügbar unter <https://www.ada.org/en/member-center/oral-health-topics/home-care>, zuletzt geprüft am 25.04.2019.

Creeth, J. E.; Gallagher, A.; Sowinski, J.; Bowman, J.; Barrett, K.; Lowe, S. et al. (2009): The effect of brushing time and dentifrice on dental plaque removal in vivo. In: *Journal of dental hygiene : JDH* 83 (3), S. 111–116.

Davies, R. M.; Davies, G. M.; Ellwood, R. P. (2003): Prevention. Part 4. Toothbrushing: what advice should be given to patients? In: *British dental journal* 195 (3), S. 135–141. DOI: 10.1038/sj.bdj.4810396.

Deinzer, R.; Micheelis, W. (2008): Parodontitisrelevantes Wissen in der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland - Ergebnisse einer Repräsentativerhebung. In: *IDZ Information* 1 (1), S. 1–27.

Deinzer, R.; Ebel, S.; Blättermann, H.; Weik, U.; Margraf-Stiksrud, J. (2018a): Toothbrushing: to the best of one's abilities is possibly not good enough. In: *BMC oral health* 18, 167. DOI: 10.1186/s12903-018-0633-0.

Deinzer, R.; Harnacke, D.; Mengel, R.; Telzer, M.; Lotzmann, U.; Wöstmann, B. (2016): Effectiveness of Computer-Based Training on Toothbrush Skills of Patients Treated With Crowns. A Randomized Controlled Trial. In: *Journal of periodontology* 87 (11), S. 1333–1342. DOI: 10.1902/jop.2016.160099.

Deinzer, R.; Cordes, O.; Weber, J.; Hassebrauck, L.; Weik, U.; Krämer, N. et al. (2019): Toothbrushing behavior in children - an observational study of toothbrushing performance in 12 year olds. In: *BMC oral health* 19, 68. DOI: 10.1186/s12903-019-0755-z.

Deinzer, R.; Jahns, S.; Harnacke, D. (2014): Establishment of a new marginal plaque index with high sensitivity for changes in oral hygiene. In: *Journal of periodontology* 85 (12), S. 1730–1738. DOI: 10.1902/jop.2014.140285.

Deinzer, R.; Schmidt, R.; Harnacke, D.; Meyle, J.; Ziebolz, D.; Hoffmann, T.; Wöstmann, B. (2018b): Finding an upper limit of what might be achievable by patients: oral cleanliness in dental professionals after self-performed manual oral hygiene. In: *Clinical oral investigations* 22 (2), S. 839–846. DOI: 10.1007/s00784-017-2160-9.

Deutsche Arb.-Gemeinsch. f. Jugendzahnpflege (2017): Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2016. 1. Auflage. Bonn: Deutsche Arb.-Gemeinsch. f. Jugendzahnpflege.

Dörfer, U.; Schiffner, H. J. Staehle (2007): Häusliche mechanische Zahn- und Mundpflege. In: *DZZ* (62). S. 616-620.

Ebel, S.; Blättermann, H.; Weik, U.; Margraf-Stiksrud, J.; Deinzer, R. (2018): High Plaque Levels after Thorough Toothbrushing: What Impedes Efficacy? In: *JDR Clinical &*

## Literaturverzeichnis

---

- Translational Research* 87 (11), 238008441881331. DOI: 10.1177/2380084418813310.
- Fones, A. C. (1920): Mouth Hygiene. A text-book for dental hygienists. 2. Aufl. Philadelphia and New York: Lea & Febiger.
- Ganss, C.; Schlueter, N.; Preiss, S.; Klimek, J. (2009): Tooth brushing habits in uninstructed adults--frequency, technique, duration and force. In: *Clinical oral investigations* 13 (2), S. 203–208. DOI: 10.1007/s00784-008-0230-8.
- Gillings, B. R. (1977): Recent developments in dental plaque disclosants. In: *Australian dental journal* 22 (4), S. 260–266.
- Greene, J. G.; Vermillion, J. R. (1964): The Simplified Oral Hygiene Index. In: *The Journal of the American Dental Association* 68 (1), S. 7–13. DOI: 10.14219/jada.archive.1964.0034.
- Harnacke, D.; Beldoch, M.; Bohn, G.; Seghaoui, O.; Hegel, N.; Deinzer, R. (2012a): Oral and written instruction of oral hygiene. A randomized trial. In: *Journal of periodontology* 83 (10), S. 1206–1212. DOI: 10.1902/jop.2012.110550.
- Harnacke, D.; Mitter, S.; Lehner, M.; Munzert, J.; Deinzer, R. (2012b): Improving oral hygiene skills by computer-based training. A randomized controlled comparison of the modified Bass and the Fones techniques. In: *PloS one* 7 (5), e37072. DOI: 10.1371/journal.pone.0037072.
- Harnacke, D.; Stein, K.; Stein, P.; Margraf-Stiksrud, J.; Deinzer, R. (2016): Training in different brushing techniques in relation to efficacy of oral hygiene in young adults. A randomized controlled trial. In: *Journal of clinical periodontology* 43 (1), S. 46–52. DOI: 10.1111/jcpe.12489.
- Harnacke, D.; Winterfeld, T.; Erhardt, J.; Schlueter, N.; Ganss, C.; Margraf-Stiksrud, J.; Deinzer, R. (2015): What is the best predictor for oral cleanliness after brushing? Results from an observational cohort study. In: *Journal of periodontology* 86 (1), S. 101–107. DOI: 10.1902/jop.2014.140152.
- Hellwig, E.; Klimek, J.; Attin, T. (2013): Einführung in die Zahnerhaltung. Prüfungswissen Kariologie, Endodontologie und Parodontologie ; mit 63 Tabellen. 6., überarb. Aufl. Köln: Dt. Zahnärzte-Verl.
- Hoffmann T. (2006): Krankheits- und Versorgungsprävalenzen. Parodontalerkrankungen. In: Micheelis W, Schiffner U, Herausgeber. Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag. S. 185-200.
- Hoffmann, T.; Kocher, T. (2016) Krankheits- und Versorgungsprävalenzen bei Kindern (12-Jährige). Parodontalerkrankungen. In: Jordan, R.; Micheelis, W. Herausgeber. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag. S. 269-276.
- Hoffmann, T.; Schützhold, S. (2016) Krankheits- und Versorgungsprävalenzen bei Jüngeren Erwachsenen (35- bis 44-Jährige). Parodontalerkrankungen. In: Jordan,

## Literaturverzeichnis

---

- R.; Micheelis, W. Herausgeber. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag. S. 312-334.
- Honkala, E.; Nyssonen, V.; Knuuttila, M.; Markkanen, H. (1986): Effectiveness of children's habitual toothbrushing. In: *J Clin Periodontol* 13 (1), S. 81–85. DOI: 10.1111/j.1600-051X.1986.tb01418.x.
- Igo, RP. (2010): Influential Data Points. Los Angeles [Calif.], London: SAGE (Salkind NJ, editor. Encyclopedia of research design, Vol. 2). S. 600-602.
- Jin, L. J.; Lamster, I. B.; Greenspan, J. S.; Pitts, N. B.; Scully, C.; Warnakulasuriya, S. (2016): Global burden of oral diseases. Emerging concepts, management and interplay with systemic health. In: *Oral diseases* 22 (7), S. 609–619. DOI: 10.1111/odi.12428.
- Jordan, A. R.; Micheelis, W. (2016): Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Hg. v. Andreas Rainer Jordan und Wolfgang Micheelis. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV (Institut der Deutschen Zahnärzte, Band 35).
- Kassebaum, N. J.; Bernabé, E.; Dahiya, M.; Bhandari, B.; Murray, C. J. L.; Marcenes, W. (2014): Global burden of severe periodontitis in 1990-2010. A systematic review and meta-regression. In: *Journal of dental research* 93 (11), S. 1045–1053. DOI: 10.1177/0022034514552491.
- Klein, H.; Palmer, C. E. (1938): Studies on Dental Caries: V. Familial Resemblance in the Caries Experience of Siblings. In: *Public Health Reports (1896-1970)* 53 (31), S. 1353. DOI: 10.2307/4582622.
- Kocher, T.; Holtfreter, B. (2016) Krankheits- und Versorgungsprävalenzen bei Jüngeren Senioren (65- bis 74-Jährige). Parodontalerkrankungen. In: Jordan, R.; Micheelis, W. Herausgeber. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag. S. 396-415.
- Kolenbrander, P.E.; Palmer, R. J.; Periasamy, S.; Jakubovics, N. S. (2010): Oral multispecies biofilm development and the key role of cell-cell distance. In: *Nature reviews. Microbiology* 8 (7), S. 471–480. DOI: 10.1038/nrmicro2381.
- König, K. G. (1987): Karies und Parodontopathien. Ätiologie und Prophylaxe. Stuttgart, New York: Thieme (Flexibles Taschenbuch).
- Kuusela, S.; Honkala, E.; Kannas, L.; Tynjälä, J.; Wold, B. (1997): Oral hygiene habits of 11-year-old schoolchildren in 22 European countries and Canada in 1993/1994. In: *Journal of dental research* 76 (9), S. 1602–1609. DOI: 10.1177/00220345970760091301.
- Lang, N. P.; Attström, R.; Loe, H. (1998): Proceedings of the European workshop on mechanical plaque control. Status of the art and science of dental plaque control. Chicago, London: Quintessence.
- Löe, H.; Theilade, E.; Jensen, S. B. (1965): Experimental gingivitis in man. In: *The Journal of periodontology* 36, S. 177–187. DOI: 10.1902/jop.1965.36.3.177.

## Literaturverzeichnis

---

- Lorenz, K.; Bruhn, G.; Heumann, C.; Hoffmann, T.; Netuschil, L. (2009): How to select study designs and parameters to investigate the effect of mouthrinses? Part II: comparisons between the parameters used. In: *Journal of physiology and pharmacology : an official journal of the Polish Physiological Society* 60 Suppl 8, S. 85–90.
- Macgregor, I. D.; Rugg-Gunn, A. J. (1979a): A survey of toothbrushing sequence in children and young adults. In: *Journal of periodontal research* 14 (3), S. 225–230.
- Macgregor, I. D.; Rugg-Gunn, A. J. (1979b): Survey of toothbrushing duration in 85 uninstructed English schoolchildren. In: *Commun Dent Oral Epidemiol* 7 (5), S. 297–298.
- Macgregor, I. D.; Rugg-Gunn, A. J. (1985): Toothbrushing duration in 60 uninstructed young adults. In: *Commun Dent Oral Epidemiol* 13 (3), S. 121–122.
- Macgregor, I. D.; Rugg-Gunn, A. J.; Gordon, P. H. (1986): Plaque levels in relation to the number of toothbrushing strokes in uninstructed English schoolchildren. In: *Journal of periodontal research* 21 (6), S. 577–582.
- Mahmoodi, P.; Salimi, P.; Ashtiyani, R.; Valaie, N. (2014): Assessment of Fine Motor Skills and Tooth Brushing Skills in 5-6 Year Olds in Tehran. In: *Journal of Research in Dental Science* (11), S. 175–180.
- Makuch, A. (1994): Die Entwicklung von Fertigkeiten zur Zahn- und Mundpflege im Vorschulalter (I) [The development of dental and oral care skills in preschool age (I)]. In: *Oralprophylaxe* (16), S. 147–151.
- Makuch, A. (1995): Die Entwicklung von Fertigkeiten zur Zahn- und Mundpflege im Vorschulalter (II) [The development of dental and oral care skills in preschool age (II)] In: *Oralprophylaxe* (17), S. 18–22.
- Marsh, P. D. (2006): Dental plaque as a biofilm and a microbial community - implications for health and disease. In: *BMC oral health* 6 Suppl 1, S14. DOI: 10.1186/1472-6831-6-S1-S14.
- Marsh, P. D.; Moter, A.; Devine, D. A. (2011): Dental plaque biofilms. Communities, conflict and control. In: *Periodontology 2000* 55 (1), S. 16–35. DOI: 10.1111/j.1600-0757.2009.00339.x.
- Martignon, S.; González, M. C.; Tellez, M.; Guzmán, A.; Quintero, I. K.; Sáenz, V. et al. (2012): Schoolchildren's tooth brushing characteristics and oral hygiene habits assessed with video-recorded sessions at school and a questionnaire. In: *Acta odontologica latinoamericana : AOL* 25 (2), S. 163–170.
- Meyer-Lückel, H.; Paris, S.; Eistrand, K. (2012): Karies. Wissenschaft und klinische Praxis. Stuttgart: Thieme (ZMK Praxis).
- Meyle, J.; Chapple, I. (2015): Molecular aspects of the pathogenesis of periodontitis. In: *Periodontology 2000* 69 (1), S. 7–17. DOI: 10.1111/prd.12104.

## Literaturverzeichnis

---

- Micheelis, W. ; Schiffner, U. (2006): Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Neue Ergebnisse zu oralen Erkrankungsprävalenzen, Risiko-gruppen und zum zahnärztlichen Versorgungsgrad in Deutschland 2005. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV.
- Micheelis, W.; Geyer, S. (2016): Prävalenzen und Strukturen mundgesundheitlicher Risikofaktoren in den vier untersuchten Altersgruppen. Mundgesundheitseinstellungen und Mundgesundheitsverhalten bei Kindern In: Jordan, R.; Micheelis, W. Herausgeber. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag. S. 195–212.
- Muhr, T.; Ratka-Krüger, P. (2012): Gingivitis und Parodontitis bei Kindern und Jugendlichen - eine Untersuchung in einer ländlichen Zahnarztpraxis im Raum Karlsruhe. Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. URN: urn:nbn:de:bsz:25-opus-88267. Online verfügbar unter <https://freidok.uni-freiburg.de/data/8826> , zuletzt geprüft am 30.10.2019
- Muller-Bolla, M., Courson, F., Manière-Ezvan, A. & Viargues, P. (2011). Toothbrushing: Which methods to use? *Rev Odont Somat*, (40), 239–260.
- O'Leary, T. J.; Drake, R. B.; Naylor, J. E. (1972): The plaque control record. In: *Journal of periodontology* 43 (1), S. 38. DOI: 10.1902/jop.1972.43.1.38.
- Page, R. C.; Kornman, K. S. (1997): The pathogenesis of human periodontitis. An introduction. In: *Periodontology 2000* 14, S. 9–11.
- Petker, W.; Weik, U.; Margraf-Stiksrud, J.; Deinzer, R. (2019): Oral cleanliness in daily users of powered vs. manual toothbrushes - a cross-sectional study. In: *BMC oral health* 19, 96. DOI: 10.1186/s12903-019-0790-9.
- Pieper, K.; Dressler, S.; Heinzl-Gutenbrunner, M.; Neuhäuser, A.; Krecker, M.; Wunderlich, K.; Jablonski-Momeni, A. (2012): The influence of social status on pre-school children's eating habits, caries experience and caries prevention behavior. In: *International journal of public health* 57 (1), S. 207–215. DOI: 10.1007/s00038-011-0291-3.
- Poutanen, R.; Lahti, S.; Tolvanen, M.; Hausen, H. (2006): Parental influence on children's oral health-related behavior. In: *Acta odontologica Scandinavica* 64 (5), S. 286–292. DOI: 10.1080/00016350600714498.
- Pujar, P.; Subbareddy, V. V. (2013): Evaluation of the tooth brushing skills in children aged 6-12 years. In: *European archives of paediatric dentistry : official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry* 14 (4), S. 213–219. DOI: 10.1007/s40368-013-0046-3.
- Quigley, G. A.; Hein, J. W. (1962): Comparative cleansing efficiency of manual and power brushing. In: *The Journal of the American Dental Association* 65 (1), S. 26–29. DOI: 10.14219/jada.archive.1962.0184.
- Rateitschak, K. H. (1989): Periodontology. 2nd rev. and exp. ed. Stuttgart, New York, New York: G. Thieme Verlag; Thieme Medical Publishers (Color atlas of dental medicine, v. 1).

## Literaturverzeichnis

---

- Rugg-Gunn, A. J.; Macgregor, I. D. (1978): A survey of toothbrushing behaviour in children and young adults. In: *Journal of periodontal research* 13 (4), S. 382–389.
- Sandstrom, A.; Cressey, J.; Stecksén-Blicks, C. (2011): Tooth-brushing behaviour in 6-12 year olds. In: *International journal of paediatric dentistry* 21 (1), S. 43–49. DOI: 10.1111/j.1365-263X.2010.01080.x.
- Saxer, U. P.; Mühlemann, H. R. (1975): Motivation und Aufklärung. In: *Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie* 85 (9), S. 905–919.
- Schiffner, U. (2016) Krankheits- und Versorgungsprävalenzen bei Kindern (12-Jährige). Karies, Erosionen, Molaren-Inzisiven-Hypomineralisationen. In: Jordan, R.; Micheelis, W. Herausgeber. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag. S. 231-266.
- Seymour, G. J.; Ford, P. J.; Cullinan, M. P.; Leishman, S.; Yamazaki, K. (2007): Relationship between periodontal infections and systemic disease. In: *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases* 13 Suppl 4, S. 3–10. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2007.01798.x.
- Silness, J.; Loe, H. (1964): Periodontal Disease in Pregnancy II. Correlation Between Oral Hygiene and Periodontal Condition. In: *Acta odontologica Scandinavica* 22 (1), S. 121–135. DOI: 10.3109/00016356408993968.
- Simmons, S.; Smith, R.; Gelbier, S. (1983): Effect of oral hygiene instruction on brushing skills in preschoolchildren. In: *Commun Dent Oral Epidemiol* 11 (4), S. 193–198. DOI: 10.1111/j.1600-0528.1983.tb01877.x.
- Slot, D. E.; Wiggelinkhuizen, L.; Rosema, N. A. M.; van der Weijden, G. A. (2012): The efficacy of manual toothbrushes following a brushing exercise. A systematic review. In: *International journal of dental hygiene* 10 (3), S. 187–197. DOI: 10.1111/j.1601-5037.2012.00557.x.
- Sundell, S. O.; Klein, H. (1982): Toothbrushing behavior in children: a study of pressure and stroke frequency. In: *Pediatric dentistry* 4 (3), S. 225–227.
- Thumeyer, A. (2016): Richtlinien für Multiplikatoren in der hessischen Gruppenprophylaxe. In: *DHZ* (55), S. 452–454.
- Tonetti, M. S.; Jepsen, S.; Jin, L.; Otomo-Corgel, J. (2017): Impact of the global burden of periodontal diseases on health, nutrition and wellbeing of mankind. A call for global action. In: *Journal of clinical periodontology* 44 (5), S. 456–462. DOI: 10.1111/jcpe.12732.
- Turesky, S.; Gilmore, N. D.; Glickman, I. (1970): Reduced plaque formation by the chloromethyl analogue of vitamin C. In: *Journal of periodontology* 41 (1), S. 41–43. DOI: 10.1902/jop.1970.41.41.41.

## Literaturverzeichnis

---

- Urban, D.; Mayerl, J. (2006): Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Anwendung. 2., überarbeitete Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage, Wiesbaden (Lehrbuch).
- van der Weijden, G. A.; Hioe, K. P. K. (2005): A systematic review of the effectiveness of self-performed mechanical plaque removal in adults with gingivitis using a manual toothbrush. In: *Journal of clinical periodontology* 32 Suppl 6, S. 214–228. DOI: 10.1111/j.1600-051X.2005.00795.x.
- van der Weijden, G. A.; Timmerman, M. F.; Reijerse, E.; Snoek, C. M.; Velden, U. (1996): Toothbrushing force in relation to plaque removal. In: *J Clin Periodontol* 23 (8), S. 724–729. DOI: 10.1111/j.1600-051X.1996.tb00601.x.
- Winterfeld, T.; Schlueter, N.; Harnacke, D.; Illig, J.; Margraf-Stiksrud, J.; Deinzer, R.; Ganss, C. (2015): Toothbrushing and flossing behaviour in young adults-a video observation. In: *Clinical oral investigations* 19 (4), S. 851-858. DOI: 10.1007/s00784-014-1306-2.
- Winterfeld, T. (2015): Toothbrushing and flossing habits in young adults: a video-based observational study. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen. Online verfügbar unter <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2015/11634/>, zuletzt geprüft am 30.10.2019.
- World Health Organization. Oral Health Programme (1979): A Guide to Oral Health Epidemiological Investigations. Genf: Oral Health Unit, WHO.
- Zahnputz-Zauber (2012): Zahnputz-Zauberlied für die KAI plus Systematik - mit professioneller Anleitung. Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=XhcekPpzP5s>, zuletzt geprüft am 28.10.2019
- Zentrum für Zahn-, Mund-, Kieferheilkunde Gießen (2019): MZD-Software. Online verfügbar unter <https://www.uni-giessen.de/fbz/fb11/institute/klinik/zmk/zahnprothetik/forschung/klinwerkst>, zuletzt geprüft am 25.04.2019.
- Zimmer, S.; Lieding, L. (2014): Gewohnheiten und Kenntnisse zur Mundhygiene in Deutschland - Ergebnisse einer bevölkerungsrepräsentativen Befragung. In: *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 69 (10), S. 584–593.

# Anhang

---

## 10 Anhang

Anhang A    Probandenaufklärung

## Mundhygieneverhalten und Mundhygienefertigkeiten von Kindern am Ende der Gruppenprophylaxe

### Probanden-Information

Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer,

wir möchten dich nun nochmals schriftlich fragen, ob du bereit bist, an der nachfolgend beschriebenen wissenschaftlichen Studie teilzunehmen.

Du und deine Eltern wurden bereits auf die Studie angesprochen. Der nachfolgende Text erläutert die Ziele und den Ablauf. Wenn du etwas nicht verstanden hast oder etwas unklar ist, dann kannst du uns jederzeit fragen. Nach dem Durchlesen hast du genug Zeit, um dir zu überlegen, ob du an dieser Studie teilnehmen möchtest. Verantwortlich für die Durchführung der Studie sind Prof. Dr. Renate Deinzer, Prof. Dr. Krämer, beide Universität Gießen, sowie Dr. Margraf-Stiksrud und Prof. Dr. Pieper, beide Universität Marburg.

Deine Teilnahme an dieser wissenschaftlichen Studie ist freiwillig. Du nimmst an dieser Studie also nur teil, wenn du dazu schriftlich deine Einwilligung erklärst. Dir entstehen keine Nachteile, wenn du nicht daran teilnehmen möchtest oder wenn du dich später entschließt, auszuscheiden.

#### 1. Warum wird diese Studie durchgeführt?

Das Zähneputzen ist wichtig, um Zahnerkrankungen zu vermeiden. Allerdings muss das Zähneputzen erst gelernt werden. In dieser Studie möchten wir erfahren, wie du deine Zähne putzt und wie gut es dir gelingt, deine Zähne zu reinigen. Menschen unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht. Wir wollen außerdem herausfinden, ob manche dieser Unterschiede im Zusammenhang mit dem Zähneputzen stehen. Deswegen bitten wir dich und deine Eltern auch, einige Fragebögen zu beantworten. Deine Daten können uns dabei helfen, besser zu verstehen, wie man Jugendlichen das Zähneputzen am besten beibringt.

#### 2. Wie ist der Ablauf der Studie und was muss ich bei der Teilnahme beachten?

Du nimmst gemeinsam mit deiner Mutter oder deinem Vater an einem Untersuchungstermin teil. Dieser dauert etwa 1- 1 ½ Stunden. Du und deine Mutter oder dein Vater beantworten Fragebögen. Außerdem untersuchen wir, wie gesund deine Zähne und dein Zahnfleisch sind. Schließlich bitten wir dich noch, deine Zähne vor einem speziellen Spiegel zu putzen, mit dem wir das Zähneputzen auf Video aufzeichnen können. Nach dem Putzen sehen wir nach, wie sauber deine Zähne geworden sind. Durch deine Teilnahme an dieser wissenschaftlichen Studie entstehen für dich keine Kosten. Du erhältst eine Aufwandsentschädigung von 20 €. Für das Ausfüllen der Fragebögen (online oder vor Ort) erhältst du eine zusätzliche Aufwandsentschädigung von 5 €.

### 3. Was geschieht mit den Daten?

Damit wir diese Studie durchführen und entsprechend auswerten können, müssen wir alles, was wir untersuchen, auch aufschreiben. Diese Informationen werden aber nicht unter deinem Namen aufgeschrieben, ausgewertet und gespeichert. Stattdessen geben wir dir einen Code (man nennt das auch ein Pseudonym). **Deine Daten (was wir bei dir und deinem Vater oder deiner Mutter untersucht haben) und persönlichen Angaben (dein Name und wo du wohnst und wie du erreichbar bist) werden also getrennt voneinander aufbewahrt. Dadurch können Dritte, die nicht an der Untersuchung beteiligt sind, nicht herausfinden, von wem die Daten sind.** Hierfür gibt es auch sehr strenge gesetzliche Bestimmungen zum Datenschutz, an die wir uns ganz genau halten.

Die Daten werden in Papierform sowie auf elektronischen Datenträgern (z.B. Computer) in der Medizinischen Psychologie und in der Poliklinik für Kinderzahnheilkunde der Universität Gießen, bzw. in der Abteilung für Psychologie und in der Abteilung für Kinderzahnheilkunde der Universität Marburg aufgezeichnet werden. Die erhobenen Daten dürfen zum Zwecke der wissenschaftlichen Auswertung weiterverarbeitet werden. Die Daten und das Video werden nach Beendigung oder Abbruch der Studie zehn Jahre aufbewahrt. Danach werden alle Daten gelöscht. In dieser Zeit haben du und deine Eltern das Recht, eure Daten selbst einzusehen. Sofern du die Studie abbrichst, können die Daten auf deinen Wunsch oder auf den Wunsch deiner Eltern hin gelöscht werden.

Die Antworten der ausgefüllten Online-Fragebögen werden, wie oben beschrieben, nur durch einen Code (Pseudonym) gekennzeichnet. Bei dem Ausfüllen der Fragebögen wird deine **IP-Adresse (Adresse deines Computers) nicht gespeichert**, so dass Dritte die Antworten nicht zu deiner Person zuordnen können. Die Daten werden außerdem nur **verschlüsselt übertragen** und auf einem **deutschen Server zwischengespeichert** und direkt **nach Abschluss der Studie gelöscht. Weitere Informationen finden du und deine Eltern auf der Seite:**

<https://www.soscisurvey.de/index.php?page=privacy>.

## Mundhygieneverhalten und Mundhygienefertigkeiten von Kindern am Ende der Gruppenprophylaxe

### Einwilligungserklärung

.....  
Name des Probanden in Druckbuchstaben

geb. am .....

Ich habe mir gemeinsam mit meinen Eltern anhand des ausgehändigten Aufklärungsbogens einen Überblick über das Forschungsvorhaben und den Ablauf der Studie verschafft. Ich konnte im Aufklärungsgespräch alle mich interessierenden Fragen, z. B. über spezielle Risiken, mögliche Probleme nochmals hinterfragen. Sie wurden mir vollständig und verständlich beantwortet. Ich hatte ausreichend Zeit, mich für die Studienteilnahme zu entscheiden.

**Mir ist bekannt, dass ich oder meine Eltern jederzeit und ohne Angabe von Gründen meine Einwilligung zur Teilnahme an der Studie zurückziehen kann (mündlich oder schriftlich), ohne dass mir oder uns irgendwelche Nachteile entstehen.**

#### Datenschutz:

Mir ist bekannt, dass bei dieser wissenschaftlichen Prüfung personenbezogene Daten, insbesondere medizinische Befunde über mich erhoben, gespeichert und ausgewertet werden sollen. Die Verwendung der Angaben über meine Gesundheit erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor der Teilnahme an der wissenschaftlichen Prüfung folgende freiwillig abgegebene Einwilligungserklärung voraus, das heißt ohne die nachfolgende Einwilligung kann ich nicht an der wissenschaftlichen Prüfung teilnehmen.

1. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser wissenschaftlichen Studie personenbezogene Daten, insbesondere Angaben über meine Gesundheit, über mich erhoben und in Papierform sowie auf elektronischen Datenträgern im Institut für Medizinische Psychologie und in der Poliklinik für Kinderzahnheilkunde (Universität Gießen) und Kinderzahnheilkunde (Universität Marburg) aufgezeichnet werden. Soweit erforderlich, dürfen die erhobenen Daten pseudonymisiert (verschlüsselt) weitergegeben werden an die Abteilung Differentielle Psychologie und Psychologische Diagnostik (Universität Marburg), den Verantwortlichen oder eine von diesem beauftragte Stelle zum Zwecke der wissenschaftlichen Auswertung.
2. Außerdem erkläre ich mich damit einverstanden, dass autorisierte und zur Verschwiegenheit verpflichtete Beauftragte des Verantwortlichen sowie die zuständigen Überwachungsbehörden in meine vorhandenen personenbezogenen Daten, insbesondere meine Gesundheitsdaten, Einsicht nehmen, soweit dies für die Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der Studie notwendig ist.
3. Ich bin bereits darüber aufgeklärt worden, dass ich jederzeit die Teilnahme an der wissenschaftlichen Prüfung beenden kann. Im Fall eines solchen Widerrufs meiner Einwilligung, an der Studie teilzunehmen, erkläre ich mich damit einverstanden, dass die bis zu diesem Zeitpunkt gespeicherten Daten weiterhin verwendet werden dürfen, soweit dies erforderlich ist, um sicherzustellen, dass meine schutzwürdigen Interessen nicht beeinträchtigt werden. Falls ich meine Einwilligung, an der Studie teilzunehmen, widerrufe, müssen alle Stellen, die meine personenbezogenen Daten, insbesondere Gesundheitsdaten, gespeichert haben, unverzüglich



## 11 Publikationsverzeichnis

### Originalarbeiten

1. Deinzer, R., Cordes, O., Weber, J., Hassebrauck, L., Weik, U., Krämer, N., Pieper, K., Margraf-Stiksrud, J.: Toothbrushing behavior in children – an observational study of toothbrushing performance in 12 year olds. In: *BMC oral health* 19, 68. DOI: 10.1186/s12903-019-0755-z.

### Kongressbeiträge

1. Weik, U., Weber, J., Cordes, O., Hassebrauck, L., Pieper, K., Kramer, N., Margraf-Stiksrud, J., Deinzer, R.: How Children Brush their Teeth: A Video Observation. *J Dent Res J Dent Res Vol 97*>(B): 1877, ([www.iadr.org](http://www.iadr.org)).

2. Deinzer, R., Cordes, O., Harnacke, D., Krämer, N., Pieper, K., Margraf-Stiksrud, J.: No Wonder That Plaque Remains: Systematics in Brushing are Missing. *J Dent Res J Dent Res Vol 96*>(A): 2431, ([www.iadr.org](http://www.iadr.org)).

# Ehrenwörtliche Erklärung

---

## 12 Ehrenwörtliche Erklärung zur Dissertation

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

---

Ort, Datum

---

Unterschrift