

Zahnputzverhalten bei 12-jährigen Marburger Kindern  
Videoanalyse des Verhaltens und Beziehungen zum Putzerfolg

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

vorgelegt von Weber, Julia Christina  
aus Eutin

Gießen 2021

**Aus dem Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen**  
Institut für Medizinische Psychologie

Gutachterin: Frau Prof. Dr. Renate Deinzer

Gutachter: Herr Prof. Dr. José R. Gonzales Cordova

Tag der Disputation: 30.11.2021

# Inhalt

1 Theoretischer Hintergrund .....	1
1.1 Bedeutung der häuslichen Mundhygiene für die Mundgesundheit .....	2
1.1.1 Dentale Plaque.....	2
1.1.2 Plaque-assoziierte Erkrankungen der Zähne, des Zahnhalteapparats und Zusammenhänge mit dem Gesamtorganismus.....	2
1.1.3 Maßnahmen zur Prävention.....	4
1.2 Mundgesundheitszustand der 12-Jährigen in Deutschland .....	5
1.3 Studienlage zu Plaquefreiheit nach Zahnputzvorgang .....	7
1.4 Studienlage zum Zahnputzverhalten .....	9
1.4.1 Frequenz .....	9
1.4.2 Putzdauer .....	9
1.4.3 Putzbewegungen.....	11
1.4.4 Erreichte Flächen.....	12
1.4.5 Putzsystematik.....	13
1.5 Zusammenhang zwischen Parametern des Zahnputzverhaltens und dem Putzerfolg .....	15
1.6 Zusammenfassung der Befunde und Ableitung zur Fragestellung.....	16
2 Methode.....	17
2.1 Ethik .....	17
2.2 Stichprobe.....	18
2.3 Versuchsaufbau und Versuchsablauf .....	20
2.4 Videoanalyse .....	22
2.5 Variablen .....	22
2.5.1 Kalibrierung des Untersuchungs- und Beobachtungsteams .....	22
2.5.2 Klinische Variablen.....	24
2.5.3 Zahnputzverhalten .....	26
2.5.3.1 Zahnputzinstruktionen während der Gruppenprophylaxe .....	27
2.5.3.2 Parameter des Zahnputzverhaltens .....	28
2.6 Statistik.....	31
3 Ergebnisse .....	33
3.1 Beschreibung der Stichprobe.....	33
3.2 Fragestellung 1: Ausmaß der Plaquefreiheit nach bestmöglichem Putzen.....	36
3.3 Fragestellung 2: Beschreibung der Verhaltensvariablen .....	37
3.3.1 Zahnkontaktzeit.....	37
3.3.2 Putzbewegungen.....	39
3.3.3 Anzahl vernachlässigter Sextanten.....	39

3.3.4 Anzahl ausreichend lang geputzter Sextanten .....	40
3.4 Fragestellung 3: Zusammenhang der Zahnputzparameter mit Plaquefreiheit nach bestmöglichem Putzen.....	41
4 Diskussion .....	43
4.1 Einordnung der Stichprobe.....	44
4.2 Beantwortung der Fragestellung 1: Ausmaß der Plaquefreiheit nach bestmöglichem Putzen .....	44
4.3 Beantwortung der Fragestellung 2: Beschreibung der Verhaltensvariablen .....	46
4.4 Beantwortung der Fragestellung 3: Zusammenhang der Zahnputzparameter mit Plaquefreiheit nach bestmöglichem Putzen.....	49
4.5 Schlussfolgerungen und Limitierungen.....	50
4.6 Erkenntnisfortschritt und Ausblick auf zukünftige Forschungsaufgaben .....	51
5 Zusammenfassung .....	55
6 Summary .....	56
7 Abkürzungsverzeichnis .....	57
8 Abbildungsverzeichnis .....	58
9 Tabellenverzeichnis.....	59
10 Literaturverzeichnis.....	60
11 Anhang .....	66
Anhang A  Einladung zur Studienteilnahme mit Informationen .....	66
Anhang B  Vorlage zur Aufnahme der Kontaktdaten und Telefoninterview .....	68
Anhang C  Studienaufklärung .....	69
Anhang D  Einwilligungserklärung .....	73
Anhang E  Erinnerungsschreiben .....	76
Anhang F  Materialliste.....	78
12 Publikationsverzeichnis.....	79
13 Ehrenwörtliche Erklärung zur Dissertation .....	80
14 Danksagung.....	81

# 1 Theoretischer Hintergrund

In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, wie sich 12-jährige Kinder ihre Zähne putzen, wie effektiv sie durch das Putzen Plaque von den Zähnen entfernen und welche Parameter ihres Zahnputzverhaltens mit einem Putzerfolg in Verbindung gebracht werden können. Jüngere Studien zeigen, dass bei den Testpersonen selbst nach bestmöglichem Putzen noch viel Plaque auf den Zähnen vorhanden ist (Deinzer et al. 2016; Harnacke et al. 2012a; Harnacke et al. 2012b; Harnacke et al. 2015; Harnacke et al. 2016; Ebel et al. 2019; Petker et al. 2019b; Deinzer et al. 2018a). Die Relevanz dieses Themas wird durch die hohen Prävalenzraten von Gingivitis und Parodontitis z. B. in Deutschland deutlich (s. Deutsche Mundgesundheitsstudien (DMS) IV, 2006 und V, 2016). Eine Gingivitis entsteht vor allem durch am Zahnfleischrand verbleibende Plaque (Löe et al. 1965) und gilt als Vorläufer der Parodontitis (Tonetti et al. 2015). Befragungsstudien in Deutschland zeigen, dass der Großteil der deutschen Bevölkerung angibt, sich mindestens zweimal täglich die Zähne zu putzen (Institut der Deutschen Zahnärzte 2016). Es stellt sich daher die Frage: Warum gelingt die Plaqueentfernung dann nicht effektiv? Sind womöglich mangelnde Fertigkeiten für dieses Problem ursächlich? Förderung von eben solchen Zahnputzfertigkeiten ist unter anderem Bestandteil zahnmedizinischer Präventionsprogramme. Diese verfolgen das Ziel, bereits Kinder zur Aufrechterhaltung ihrer Mundgesundheit zu befähigen. In Deutschland durchlaufen nach § 21 SGB V Kinder vom Kindergartenalter bis zum 12. Lebensjahr eine flächendeckend durchgeführte Gruppenprophylaxe, in der Wissen zum Thema Mundhygiene vermittelt sowie „richtiges“ Zähneputzen demonstriert und eingeübt wird (Bergmann-Krauss und Micheelis 2000). Über welche Fertigkeiten die Kinder tatsächlich verfügen, wurde allerdings bisher noch nicht untersucht. Diesem Thema widmet sich die vorliegende Arbeit. Sie untersucht das Zahnputzverhalten von 12-jährigen Kindern, indem ihr Putzverhalten während eines Zahnputzvorgangs aufgezeichnet und analysiert wird. Die Kinder werden instruiert, so gründlich wie möglich zu putzen. Anhand der Messung der verbliebenen Plaque wird nach dem Zahnputzvorgang die Effektivität des Zähneputzens untersucht. In einem weiteren Schritt werden mögliche Zusammenhänge zwischen bestimmten Parametern des Zahnputzverhaltens und dem Putzerfolg, d. h. dem Ausmaß der Plaquefreiheit nach dem Putzen analysiert.

In den folgenden Abschnitten geht es zunächst um die Bedeutung der häuslichen Mundhygiene für die orale Gesundheit (Abschnitt 1.1) und um die Frage, welche Maßnahmen zur Förderung derselben für Kinder in Deutschland ergriffen werden (Abschnitt 1.1.3). Der Mundgesundheitszustand der 12-Jährigen wird in Abschnitt 1.2 dargestellt. Anschließend werden einschlägige Studien zum Zahnputzverhalten und Beziehungen zum Putzerfolg erläutert (Abschnitt 1.3 bis 1.5). Im Abschnitt 1.6 werden die bisherigen Erkenntnisse zusammengefasst und die Fragestellungen dieser Arbeit abgeleitet.

## **1.1 Bedeutung der häuslichen Mundhygiene für die Mundgesundheit**

Der Begriff „Mundhygiene“ ist ein Sammelbegriff für die häuslich durchgeführten Maßnahmen zur Zahn- und Mundpflege. Hierzu gehören in erster Linie das Zähneputzen und die Reinigung der Interdentalräume. Das Ziel der Mundhygiene ist die Herstellung von Plaquefreiheit und damit die Prävention der durch Plaque verursachten Erkrankungen der Zähne und des Zahnhalteapparats.

### **1.1.1 Dentale Plaque**

Die regelmäßige Plaqueentfernung, auch Plaquekontrolle genannt, spielt eine zentrale Rolle für die Mundgesundheit: Durch ein längeres Ausbleiben der Plaquekontrolle kommt es zu einer Vermehrung des Biofilms (Plaque), der aus Mikroorganismen und einer Protein- und Polysaccharidmatrix besteht. Zu den Mikroorganismen zählen zu Beginn der Plaqueentwicklung vor allem grampositive aerobe Bakterien. Persistiert die Plaque länger, nimmt die Zahl der gramnegativen anaeroben Bakterien und damit die Gefahr der Entwicklung pathogener Bakterienkomplexe zu (Socransky und Haffajee 2005; Wolf et al. 2012). Diese Veränderungen innerhalb des Biofilms begünstigen die Entstehung oraler Erkrankungen (Socransky und Haffajee 2005; Loe et al. 1965; Loe 2000; Marsh 1994), die im folgenden Abschnitt dargestellt werden.

### **1.1.2 Plaque-assoziierte Erkrankungen der Zähne, des Zahnhalteapparats und Zusammenhänge mit dem Gesamtorganismus**

Grundsätzlich muss bei den plaque-assoziierten Erkrankungen zwischen den Erkrankungen der Zahnhartsubstanz und den Erkrankungen der Gingiva und des Parodonts unterschieden werden. Erstere entstehen erst nach längerer Persistenz der

Plaque indem es durch den säureproduzierenden Kohlenhydratstoffwechsel der Bakterien zu einer Demineralisation der Zahnhartsubstanz kommt (Marsh 2006). Die so entstandene Initialkaries führt bei Fortbestehen der Mechanismen zu einer progressiven kariösen Läsion. Allerdings spielen hier auch andere Faktoren, wie die anatomische Struktur des Zahnes und seine Hygienefähigkeit (z. B. bei ungünstigen Fissurenformen) sowie die Verfügbarkeit von Fluoriden zur Remineralisierung des Zahnschmelzes eine wichtige Rolle (Hellwig et al. 2013). Die letztgenannten Störungen, speziell die Gingivitiden, entstehen bereits nach kurzen Phasen der Plaqueakkumulation, weswegen ihnen das besondere Augenmerk dieser Studie gilt. Den Zusammenhang supragingivaler Plaque mit der Entstehung von Gingivitis haben Loe et al. (1965) bereits früh in einer Untersuchung belegt: Nach 10 bis 21 Tagen ohne Mundhygiene entwickelten die Testpersonen eine Gingivitis. Die Gingivitis ist eine i. d. R. schmerzlose Entzündung des Zahnfleisches, die sich je nach Schweregrad durch Rötungen, Schwellungen und eine erhöhte Blutungsneigung bemerkbar macht. Die Entzündung verläuft von einer initialen Läsion nach wenigen Tagen bis hin zu einer etablierten Läsion nach einigen Wochen bis Monaten. Es handelt sich dann um eine chronische Gingivitis (Wolf et al. 2012). Bei Wiederherstellen von Plaquefreiheit ist eine Gingivitis vollständig reversibel (Loe et al. 1965). Bleibt eine Plaqueentfernung aus (z. B. durch ineffizientes Putzen), nimmt die Gingivitis einen chronischen Verlauf und kann in eine Parodontitis progredieren (Tonetti et al. 2015). Hier kommt es zunächst im Rahmen der Immunreaktion des Organismus auf die bakterielle Plaque zur Migration und Vermehrung von Entzündungszellen im Bereich des Gingivarandes. Der betroffene Gingivabereich, der den Übergang vom Zahn zum Zahnhalteapparat bildet, verändert sich: Der Sulkusboden wird aufgelockert und es folgt ein Kollagenverlust. Die Bakterien dringen nun leichter in subgingivale Bereiche vor und die Bakterienkomplexe werden zunehmend gramnegativ und pathogen (Wolf et al. 2012). Bei einem Fortbestehen der chronischen Gingivitis kann sich nach einiger Zeit eine fortgeschrittene Läsion bzw. eine Parodontitis herausbilden. Durch die körpereigene Immunreaktion auf die pathogenen Bakterien werden Prozesse in Gang gesetzt, die zum entzündungsbedingten Abbau von Bindegewebe und Knochen des Zahnhalteapparats führen (Marsh 1994; Kolenbrander et al. 2010; Page und Kornman 1997; Wolf et al. 2012). Dieser Attachmentverlust ist das Hauptmerkmal der Parodontitis, die ohne Gegenmaßnahmen zu einem Zahnverlust führt (Eickholz 2009).

Die Folgen der persistierenden Entzündung, beschränken sich nach heutigem Stand der Forschung nicht auf das Parodontium. Vielmehr werden auch Auswirkungen auf die

gesamtoorganismische Integrität beschrieben. Zum Beispiel kann eine Parodontitis durch eine systemische Erhöhung der Entzündungsbotenstoffe mit einem erhöhten Blutzuckerspiegel einhergehen und somit dessen Einstellung bei einem bestehenden Diabetes Mellitus (DM) erschweren bzw. zur Entwicklung eines DM führen (Mealey und Oates 2006; Holmstrup et al. 2017). Außerdem ist die systemische Verbreitung von im Ursprung parodontalen Entzündungsmediatoren als Ursache für die beobachteten Zusammenhänge zwischen Parodontitis und Herz-Kreislauf-erkrankungen weitgehend unbestritten (Thomas et al. 2015). Einer aktuellen Metaanalyse zufolge scheinen parodontale Erkrankungen während einer Schwangerschaft das Risiko für Frühgeburten und andere negative Folgen zu erhöhen (Daalderop et al. 2018).

Damit wird deutlich, wie wichtig die Aufrechterhaltung der parodontalen Integrität und damit die Aufrechterhaltung einer guten Mundhygiene ist. Entsprechend ist die „häusliche Mundhygiene“ beginnend mit dem ersten Zahn (Pieper und Momeni 2006) bis an unser Lebensende ein wichtiger Pfeiler in der Krankheitsprävention. Dies wurde auch vom Gesetzgeber erkannt, wie der folgende Abschnitt dokumentiert.

### **1.1.3 Maßnahmen zur Prävention**

Das deutsche Gesundheitssystem sieht verschiedene Präventionsangebote für Kinder und ihre Erziehungsberechtigten vor, um eine frühzeitige Unterstützung beim Erlernen der häuslichen Mundhygiene anzubieten. Diese Maßnahmen sind in den §§ 21, 22 SGB V, gesetzlich geregelt. Nach § 21 SGB V, der die Verhütung von Zahnerkrankungen (Gruppenprophylaxe) regelt, haben Kinder in Deutschland bis zum 12. Lebensjahr die Möglichkeit, an einer Gruppenprophylaxe in Kindergärten und Schulen teilzunehmen. Die Individualprophylaxe ist in § 22 SGB V geregelt und steht Kindern und Jugendlichen auf Eigeninitiative vom 6. bis 18. Lebensjahr halbjährlich im Rahmen eines Praxisbesuchs zu. In der zahnmedizinischen Praxis wird über den notwendigen Umfang dieser Maßnahmen individuell entschieden (Bundesausschuss der Zahnärzte und Krankenkassen 2004).

Die Organisation und Durchführung der flächendeckenden Gruppenprophylaxe ist Aufgabe der jeweiligen Landesarbeitsgemeinschaften für Jugendzahnpflege unter Zusammenarbeit aller verantwortlichen Institutionen wie Schulen, zahnmedizinischem Fachpersonal des öffentlichen Gesundheitsdienstes und Krankenkassen (Bergmann-Krauss und Micheelis 2000). Die Gruppenprophylaxe beinhaltet Maßnahmen zur Erhaltung, Förderung und Verbesserung der Mundgesundheit. Dazu zählen die

Untersuchung der Mundhöhle, Erhebung des Zahnstatus, Zahnschmelzhärtung, Ernährungsberatung und Mundhygieneinstruktionen (Bergmann-Krauss und Micheelis 2000). Die Deutsche Arbeitsgemeinschaft Jugendzahnpflege (DAJ) empfiehlt grundsätzlich im Rahmen der Gruppenprophylaxe das „regelmäßige Demonstrieren und Üben einer effektiven altersgerechten Mundhygiene“ (Deutsche Arbeitsgemeinschaft Jugendzahnpflege e.V. 2000, S. 3).

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob die beschriebenen flächendeckenden Maßnahmen greifen. Eine Analyse der Prävalenz plaque-assoziiierter Erkrankungen soll diese Frage im nächsten Abschnitt klären.

## **1.2 Mundgesundheitszustand der 12-Jährigen in Deutschland**

Die folgenden Ausführungen zur Prävalenz oraler Erkrankungen beziehen sich, soweit nicht anders erwähnt, auf die im ca. 10-jährigen Abstand durchgeführten deutschen Mundgesundheitsstudien (DMS), bei denen in den Jahren 1997 (DMS III), 2005 (DMS IV) und 2014 (DMS V) jeweils eine bevölkerungsrepräsentative Stichprobe auf ihren Mundgesundheitszustand hin untersucht wurde.

### *Plaque-assoziierte Erkrankungen der Zahnhartsubstanz*

Hinsichtlich der Kariesprävalenz konnte ein deutlicher Rückgang in diesem Zeitraum verzeichnet werden. So reduzierte sich die durchschnittliche Zahl der Zähne mit Karieserfahrung von 1997 bis 2005 von 1,7 auf 0,7 Zähne (Schiffner 2006). Dieser Wert ist bis 2014 weiter gesunken. Aktuell sind 81,3 % der 12-jährigen Kinder kariesfrei. Dies entspricht durchschnittlich 0,5 Zähnen mit Karieserfahrung (Schiffner 2016). Insgesamt wurde ein positiver Verlauf in allen sozialen Schichten beobachtet, jedoch ist wie bereits in der DMS IV eine Polarisierung der Karieserfahrung hin zu Kindern mit niedrigem Sozialstatus erkennbar (Schiffner 2016).

### *Plaque-assoziierte Erkrankungen des Zahnhalteapparats*

Im Rahmen der DMS IV (Micheelis et al. 2006) wurde in der Gruppe der 12-jährigen Kinder eine Gingivitisprävalenz von annähernd 100 % beobachtet. Bei der Erhebung des Papillen-Blutungs-Index (PBI) wiesen nur 4 % der Kinder entzündungsfreie Gebisse auf. 70,7 % der Kinder zeigten geringe und 25,3 % ausgeprägte gingivale Entzündungen (Hoffmann 2006).

Nach der aktuellen DMS V (Institut der Deutschen Zahnärzte 2016) ist die Gingivitisprävalenz von 100 auf rund 80 % zurückgegangen, trotzdem aber noch als sehr hoch anzusehen: Nur 22,3 % der 12-Jährigen wiesen entzündungsfreie Gebisse auf. Geringe Entzündungszeichen wurden bei 68,5 % der Kinder beobachtet. Ausgeprägte Entzündungszeichen traten bei unter 10 % der Kinder auf (Hoffmann und Kocher 2016). Hinsichtlich der Parodontitis ist zu beachten, dass bei Kindern, die im Mittelpunkt der vorliegenden Studie stehen, die Parodontitis aufgrund des jungen Alters so gut wie gar nicht auftritt. Die Parodontitisprävalenz bei Erwachsenen weist jedoch darauf hin, dass in der Altersgruppe der 35- bis 44-Jährigen bereits jeder Zweite von einer parodontalen Erkrankung betroffen ist. In dieser Gruppe haben 43,4 % eine moderate und rund 10 % eine schwere Form der Parodontitis. In der Altersgruppe der 65- bis 74-Jährigen steigt die Parodontitisprävalenz bereits auf rund 65 % (Hoffmann und Kocher 2016).

Auch wenn die Parodontitis bei Kindern noch keine Rolle spielt, ist vor allem die hohe Prävalenz für eine Gingivitis von hoher Bedeutung, da sich eine Parodontitis auf dem Boden einer Gingivitis entwickelt. Gelänge es also, von Kindesbeinen an Zahnfleischentzündungen wirksam vorzubeugen, so würde sich dies auch auf die Prävalenz der Parodontitiden im Erwachsenenalter günstig auswirken.

Aus den bisherigen Erkenntnissen lässt sich folgendes Zwischenfazit festhalten: Plaque-assoziierte Erkrankungen der Zähne und des Zahnhalteapparats sind durch eine effektive Mundhygiene vermeidbar bzw. reversibel. Der Gesetzgeber gewährleistet für Kinder die Inanspruchnahme von Präventionsangeboten, die u. a. der Vermittlung der Mundhygiene dienen. Es besteht daher die Erwartung, dass Kinder eine effektive Mundhygiene bereits sehr früh erlernen und im Alter von 12 Jahren, wenn die Gruppenprophylaxe endet, die Mundhygiene gut beherrschen sollten. Die hohen Gingivitis- und Parodontitisprävalenzen deuten allerdings darauf hin, dass vor allem die zur Gingiva angrenzende Plaque durch die häusliche Mundhygiene nicht ausreichend entfernt wird. Dieses Erkenntnis wirft die Frage nach den Gründen auf. Für eine Beantwortung dieser Frage sollte zunächst geklärt werden, was das Zahnputzverhalten von 12-Jährigen kennzeichnet und in welchem Maße es Kindern überhaupt gelingt, Plaquefreiheit herzustellen, wenn sie aufgefordert werden bestmöglich zu putzen. Darauf aufbauend stellt sich die Frage, ob sich Parameter des Zahnputzverhaltens identifizieren lassen, die mit dem Erreichen von Plaquefreiheit assoziiert sind. Diese Fragen sind von besonderer Relevanz, da bisherige Empfehlungen zum Zahnputzverhalten im Kindes- und Erwachsenenalter (z. B.

„zweimal täglich putzen“ und eine „systematische Vorgehensweise“) nur auf niedrigen Evidenzebenen formuliert werden können, da hochwertige wissenschaftliche Studien hierzu fehlen (Davies et al. 2003; Baehni 2012).

Bevor im übernächsten Kapitel die Studienlage zum Zahnputzverhalten betrachtet wird, richtet das folgende Kapitel den Blick auf die Ergebnisse aus Studien, die den Putzerfolg, d. h. das durch Zähneputzen erreichte Ausmaß an Plaquefreiheit, untersucht haben.

### **1.3 Studienlage zu Plaquefreiheit nach Zahnputzvorgang**

In diesem Abschnitt werden Studien vorgestellt, die sich mit der Fragestellung befassen, in welchem Maße es Testpersonen gelingt, Plaquefreiheit durch Zähneputzen zu erreichen. Die eigene Arbeitsgruppe untersuchte hierzu in den vergangenen Jahren verschiedene Altersgruppen (Harnacke et al. 2012a; Harnacke et al. 2015; Harnacke et al. 2016; Deinzer et al. 2016; Ebel et al. 2019; Petker 2019a). Allen Studien ist gemeinsam, dass die Testpersonen vor dem Zähneputzen aufgefordert wurden, ihre Zähne so gründlich wie möglich zu putzen. Direkt im Anschluss wurde anhand des Marginalen Plaqueindex (MPI, Deinzer et al. 2014) die am Gingivarand verbliebene Plaque gemessen. Alle Studien stellen erhebliche Probleme der Testpersonen fest in diesem Bereich Plaquefreiheit zu erzeugen, wie die folgenden Ausführungen im Detail darlegen. In einer Beobachtungsstudie mit 93 Erwachsenen (30- bis 82-jährig), die teilweise einen festsitzenden Zahnersatz trugen, waren 80 % der Gingivaränder der natürlichen Zähne und 43 % der prothetisch versorgten Zähne auch nach dem Putzen nach bestem Vermögen plaquebedeckt (Deinzer et al. 2016). Ähnliche Werte ergaben sich bei 96 resp. 101 natürlich bezahnten 18-Jährigen, bei denen nach bestmöglichem Putzen noch 70 % resp. 83 % der Stellen mit Plaque bedeckt waren (Ebel et al. 2019; Harnacke et al. 2015).

Untersuchungen an studentischen Stichproben ergaben ebenfalls persistierende Plaquebesiedelungen an 70 bis 83 % des Gingivarandes (Harnacke et al. 2012a; Harnacke et al. 2012b; Harnacke et al. 2016). In der Studie von Petker (2019a) zeigten sich bei 60 Studierenden, die mit Handzahnbürste putzen, etwas weniger plaquebehaftete Stellen, jedoch waren noch immer ca. 40 % der Gingivaränder betroffen. Bei 75 % der Testpersonen mit zahnmedizinischem Hintergrund (n = 127) wurden weniger als 11 % des Gingivarandes plaquebedeckt vorgefunden (Deinzer et al. 2018b).

Hervorzuheben ist, dass diese Studien über die Instruktion, „so sauber wie nur möglich“ zu putzen, am ehesten erfassen, welche Fertigkeiten tatsächlich vorhanden sind. Dies unterscheidet diese von anderen Studien, die zwar auch Plaque nach dem Putzen erfassen, den Putzvorgang jedoch ohne eine Instruktion oder mit der Instruktion „so wie immer“ durchführen lassen (Macgregor et al. 1986; Pujar und Subbareddy 2013; Sandström et al. 2011).

Kinder wurden nach dem oben beschriebenen Forschungsdesign noch nicht untersucht. Hinzu kommt, dass die meisten Studien sich bei der Plaqueerfassung nur auf eine Auswahl von Zähnen bzw. Zahnflächen beschränken und keine zuverlässigen Aussagen über verbliebene Plaque im gesamten Gebiss zulassen (Rugg-Gunn et al. 1979; Macgregor et al. 1986; Honkala et al. 1986; Sandström et al. 2011; Pujar und Subbareddy 2013; Rossi et al. 2016). Beispielsweise untersuchte die Arbeitsgruppe um Rugg-Gunn und Macgregor die verbliebene Plaque auf jeweils nur 12 Zähnen pro Gebiss bei 13-Jährigen (n = 57) nach dem Putzen und stellte fest, dass 40 % der Zähne pro Gebiss noch plaquebedeckt waren (Rugg-Gunn et al. 1979; Macgregor et al. 1986). Eine weitere Studie untersuchte nur die vestibulären Flächen der Gebisse von 13-Jährigen (n = 110) anhand von Fotografien und kam zu dem Ergebnis, dass nach gewöhnlichem Putzen noch 20-90 % der betrachteten Flächen plaquebehaftet waren (Honkala et al. 1986). Auch Sandström et al. (2011) baten 6- bis 12-jährige Kinder (n = 82) ihre Zähne wie gewohnt zu putzen und erhoben Plaquewerte, indem sie nur die vestibulären Flächen der Eck- und Frontzähne beurteilten. Nach dem Putzen waren nur 3 % der Flächen vollständig plaquefrei. Hier stellt sich die Frage, wie sich das Ergebnis unter Berücksichtigung der schwieriger zu erreichenden oralen Flächen darstellen würde.

In einer jüngeren Studien ließen Rossi et al. (2016) 6- bis 7-Jährige (n = 316) ihre Zähne „so wie immer“ putzen und erhoben anschließend einen Plaque-Index, der alle Flächen aller Zähne berücksichtigt. Laut Rossi et al. (2016) waren bei 57 % der Kinder 20-100 % der Zahnflächen nach dem Putzen plaquebehaftet.

Keine der beschriebenen Studien gab den Kindern die Instruktion „so sauber wie möglich“ zu putzen. Aus diesem Grund sind keine Rückschlüsse auf die tatsächlichen Zahnputzfertigkeiten der Kinder möglich. Diese Fertigkeiten zu prüfen ist u. a. Ziel der vorliegenden Arbeit. Ein weiteres Ziel besteht darin, Zusammenhänge zwischen dem tatsächlichen Putzverhalten und dem Putzerfolg, also der Plaquefreiheit nach dem Putzen, zu analysieren. Deswegen wird im Folgenden der Forschungsstand hierzu zusammengefasst.

## **1.4 Studienlage zum Zahnputzverhalten**

In der Literatur werden verschiedene Parameter des Zahnputzverhaltens beschrieben (Dörfer et al. 2007). Dazu gehören z. B. Frequenz, Dauer, Technik bzw. Art der Putzbewegungen, erreichte Flächen, Systematik und Interdentalraumpflege. Bis auf die Frequenz lassen sich alle diese Parameter am besten über konkrete Verhaltensbeobachtungen analysieren. Die folgenden Ausführungen werden allerdings zeigen, dass hierzu nur wenige Daten vorliegen und stattdessen auch auf die möglicherweise nur bedingt validen Selbstberichte der Testpersonen zurückgegriffen wird. Auf eine Beschreibung der Interdentalraumpflege wird verzichtet, da diese für die Kinder noch nicht relevant ist. Zwar wird vom Bundesverband für Kinderzahnärzte den Eltern empfohlen Zahnseide bei ihren Kindern zu verwenden, jedoch wird zugleich darauf hingewiesen, dass aufgrund potentieller Verletzungsgefahr Kinder diese erst ab einem Alter von ca. 12 Jahren eigenständig anwenden können (Bundesverband der Kinderzahnärzte).

### **1.4.1 Frequenz**

In verschiedenen bevölkerungsrepräsentativen Studien, darunter auch die bereits erwähnte DMS V, gab ein Großteil (> 80 %) der 12-Jährigen an, mindestens zweimal täglich die Zähne zu putzen (Kuusela et al. 1997; Deinzer et al. 2008; Micheelis und Geyer 2016). Ein anderes Ergebnis erhielt eine ältere Studie mithilfe eines strukturierten Fragebogens. Nur 27 % der 13-jährigen finnischen Kinder gaben an, die Zähne zweimal täglich oder häufiger zu putzen (Honkala 1984). Zumindest das Ergebnis der jüngeren Befragungsstudien legt nahe, dass ganz überwiegend den expertenbasierten Empfehlungen, zweimal täglich zu putzen (Dörfer et al. 2007), Folge geleistet wird.

### **1.4.2 Putzdauer**

In einer bevölkerungsrepräsentativen Befragungsstudie aller Altersgruppen ab 14 Jahren zum Thema Mundhygiene in Deutschland von Zimmer und Lieding (2014) gaben 76 % der Befragten an, ihre Zähne mindestens zwei Minuten zu putzen. Diese Dauer gilt auch für Kinder im Alter von 12 Jahren (Micheelis und Geyer 2016). Nach dieser Selbsteinschätzung wird die empfohlene Putzzeit von mindestens zwei Minuten eingehalten. Diese Empfehlung basiert maßgeblich auf einer randomisierten kontrollierten Studie von Creeth et al. (2009), in der den Testpersonen verschiedene Putzzeiten vorgegeben wurden. Zweiminütiges Putzen führte zu einer um 26 % höheren

Plaquereduktion als z. B. eine Putzzeit von 45 Sekunden. Der zusätzliche Gewinn an Plaquefreiheit durch noch längeres Putzen wurde von der Autorenschaft als gering eingeschätzt.

Beobachtungsstudien bei Erwachsenen entsprechen im Ergebnis überwiegend diesen Selbstberichten. Je nach Studie wurden bei 103 Erwachsenen resp. 101 18-Jährigen, die instruiert wurden „wie gewohnt“ zu putzen, Putzzeiten zwischen ca. 96 Sekunden (Ganss et al. 2009) und ca. 156 Sekunden (Winterfeld et al. 2015) beobachtet. Mit der Instruktion „so gut wie möglich“ zu putzen, erreichten 98 junge Erwachsene resp. 115 Studierende eine Putzzeit von durchschnittlich 180 Sekunden (Ebel et al. 2019) resp. über 200 Sekunden (Petker et al. 2019b).

Die Ergebnisse der Beobachtungsstudien zum Zahnputzverhalten von Kindern zeigen ein heterogenes Bild. Beispielsweise waren in einer älteren Studie um die Arbeitsgruppe von Macgregor und Rugg-Gunn die 11- bis 13-Jährigen (n = 85) mit durchschnittlich 60 Sekunden weit von einer zweiminütigen Putzdauer entfernt (Macgregor und Rugg-Gunn 1979b). In einer weiteren Studie in dieser Zeit wurden 13-jährige Kinder (n = 110) beim Zähneputzen gefilmt. Die ermittelte Zeit, in der die Zahnbürste tatsächlich im Mund der Kinder war, lag zwischen 80 und 110 Sekunden (Honkala 1984).

Bei 5- bis 8-jährigen Kindern in Kolumbien (n = 146) betrug die anhand einer Videoanalyse gemessene reine Putzzeit durchschnittlich 89 Sekunden (Martignon et al. 2012). Eine sehr kurze Putzzeit von durchschnittlich 49 Sekunden wurde bei Kindern (n = 316) dieser Altersgruppe während des Zähneputzens in Argentinien gemessen (Rossi et al. 2016). Andere Studien, die Kinder untersuchten, beobachteten hingegen längere Putzzeiten. Sandström et al. (2011) ermittelten bei schwedischen Kindern im Alter von 6 bis 12 Jahren (n = 82) durch Videoanalyse eine durchschnittliche Putzzeit von 109 Sekunden, wobei die 12-Jährigen deutlich länger putzten als die 6-Jährigen. Eine weitere Studie mit Testpersonen der gleichen Altersgruppe (n = 105) kam durch Livemessungen auf ein sehr ähnliches Ergebnis von 103 Sekunden (Pujar und Subbareddy 2013).

Zusammengefasst zeigen die Beobachtungsstudien bei Kindern mit Putzzeiten zwischen 49 und 109 Sekunden uneindeutige Ergebnisse, die allerdings in der Summe darauf hindeuten, dass die Kinder eher kürzer als die empfohlenen zwei Minuten putzen. Zu beachten ist hier, dass in keiner der Studien die Kinder explizit instruiert werden, so gut wie möglich zu putzen.

### 1.4.3 Putzbewegungen

Die Putzbewegungen beziehen sich auf die Bewegung, die der Bürstenkopf während des Putzens auf den Zahnflächen beschreibt. Dazu zählen z. B. kreisende, horizontale/schrubbende oder vertikale/wischende Bewegungen. Diese Putzbewegungen bilden das Kernstück verschiedener in der Literatur genannter und von zahnmedizinischem Fachpersonal empfohlener Zahnputztechniken, wie z. B. der Fones-Technik (primär kreisende Bewegungen), der modifizierten Bass-Technik (horizontales Rütteln und vertikales Ausstreichen), der Stillmann-Technik (vertikale Rollbewegungen), etc. (Muller-Bolla et al. 2011).

Im Rahmen einer in Deutschland durchgeführten bevölkerungsrepräsentativen Telefonbefragung wurden die Testpersonen nach Putztechniken gefragt, die besonders zur Entfernung aller Zahnbeläge geeignet sind. In der Gruppe der Schüler und Schülerinnen (n = 52, mittleres Alter: 16,8 Jahre) nannten 53,8 % von sich aus kreisende Putzbewegungen, während 23 % keine Antwort parat hatten. Nach Vorgabe von Antwortmöglichkeiten blieben 51,9 % der Schüler und Schülerinnen bei den kreisenden Bewegungen, 34,6 % hielten das Putzen von Rot (Gingiva) nach Weiß (Zahn) für effektiv und 9,6 % nannten rüttelnde Bewegungen (Basstechnik) im 45°-Winkel (Deinzer et al. 2008). Auf die Frage nach der eigenen üblichen Reinigungstechnik in der Umfrage von Zimmer und Lieding (2014) nannten die Befragten kreisende Bewegungen mit 57% am häufigsten, gefolgt von schrubbenden (33 %), fegenden (28 %) und rüttelnden Bewegungen (Basstechnik, 4 %). Es waren Mehrfachnennungen bei den vorgegebenen Antworten möglich.

Ähnlich heterogene Ergebnisse liefern Beobachtungsstudien, die zudem zeigen, dass auch innerhalb eines Putzvorgangs die verschiedenen Putzbewegungen offensichtlich nicht konsistent angewandt werden. In den älteren Studien beobachteten Rugg-Gunn und Macgregor (1978) bei den Erwachsenen vorwiegend vertikale Putzbewegungen (durchschnittlich 56 %), gefolgt von horizontalen und kreisenden Bewegungen. Die 11-jährigen Kinder führten hingegen vor allem horizontale (64 %) und vertikale (35 %) Bewegungen durch (Rugg-Gunn und Macgregor 1978). Neuere Studien beobachteten bei den Erwachsenen mithilfe der Videoanalyse vor allem kreisende Bewegungen (Ganss et al. 2009) bzw. kreisende und horizontale Bewegungen (Harnacke et al. 2015). Des Weiteren zeigten sich die Bewegungen bei den 18-Jährigen abhängig von der Lokalisation der zu reinigenden Fläche. So wurden die vestibulären Flächen hauptsächlich kreisend und die oralen Flächen mit horizontalen oder vertikalen

Bewegungen geputzt (Winterfeld et al. 2015). In der Studie von Rossi et al. (2016) wurde das Putzverhalten von 6- bis 7-Jährigen (n = 316) mithilfe eines strukturierten Beobachtungsbogens erfasst. Laut der Studie putzten 95,6 % der Kinder ihre Zähne mit horizontalen Putzbewegungen. Dieses Ergebnis ist allerdings kritisch zu betrachten, weil die Beobachtenden während der sehr kurzen Putzzeit alle untersuchten Parameter durch Ankreuzen auf einem einseitigen Bogen parallel beurteilen sollten. Die Erfahrungen der eigenen Arbeitsgruppe zeigen, dass eine differenzierte Analyse des Putzverhaltens so nicht möglich ist. Hierfür ist es zwingend notwendig, einzelne Passagen mehrfach ansehen zu können oder in langsamerer Geschwindigkeit abzuspielen.

Laut Befragungsstudien werden kreisende Bewegungen als am meisten angewandte Technik angegeben. Den Beobachtungsstudien zufolge hat die Anwendung von kreisenden Bewegungen in den letzten 30 Jahren scheinbar zugenommen, insgesamt kommen jedoch alle genannten Putzbewegungen zur Anwendung. Damit reflektiert das Verhalten der Testpersonen möglicherweise auch die in der Wissenschaft bestehende Unsicherheit hinsichtlich der bestgeeigneten Putztechnik (Davies et al. 2003; Rajwani et al. 2020).

#### **1.4.4 Erreichte Flächen**

Die Zähne lassen sich grob in drei Flächen einteilen, die von der Zahnbürste erreicht werden können und sollen: Die okklusalen Flächen (Kauflächen), die vestibulären Flächen (dem Mundvorhof zugewandt/Außenflächen) und die oralen Flächen (zum Gaumen bzw. zur Zunge gerichtet/Innenflächen). Die beiden zuletzt genannten Flächen sind relevant für die am Gingivarand befindliche Plaque und sollten während des Zähneputzens eine besondere Aufmerksamkeit erfahren. Eine weitere Einteilung lässt sich über die „Sextanten“ erreichen, wobei jeder Kiefer jeweils in die Seitenzähne rechts und links und die Frontzähne (von Eckzahn zu Eckzahn) unterteilt wird. So ergeben sich insgesamt 16 Flächen: Jeweils drei bei den vier Seitenzahn-Sextanten (okkusal, vestibulär, oral) und zwei bei den beiden Frontzahn-Sextanten, die keine Kaufläche haben.

Die Arbeitsgruppe um Rugg-Gunn und Macgregor (1978) berücksichtigte die beschriebenen 16 Zahnflächen und untersuchte, wie sich die Putzzeit auf die verschiedenen Flächen verteilte. Das Forschungsteam stellte fest, dass die jungen Erwachsenen ca. 60 % der Zeit mit dem Putzen der vestibulären Flächen verbrachten und nur 10 % der Zeit den oralen Flächen widmete. Bei den Kindern fällt auf, dass die 11-Jährigen die oralen Flächen mit nur 2 % der Putzzeit noch stärker vernachlässigten als die

Erwachsenen. Die 5-jährigen Kinder vernachlässigten zudem die Seitenzähne und verbrachten 75 % der Putzzeit damit, die vestibulären Flächen der Schneidezähne zu putzen (Rugg-Gunn und Macgregor 1978). Jüngere Studien lieferten ähnliche Ergebnisse. Auch bei Martignon et al. (2012) putzten weniger als ein Fünftel der 5- bis 8-jährigen Kinder die oralen Flächen und am häufigsten hingegen die vestibulären Flächen der Frontzähne. In Studien mit jungen Erwachsenen wurde ebenfalls eine Bevorzugung der vestibulären Flächen beobachtet, die im Vergleich zu den oralen Flächen mehr als doppelt so lang geputzt wurden (Winterfeld et al. 2015; Deinzer et al. 2018a). Deinzer et al. (2018a) stellten fest, dass 80 % der Testpersonen beim Putzen der oralen Flächen mindestens einen Sextanten ausließen und nur 5 % alle oralen Sextanten für mindestens 7,5 Sekunden putzen. Indes wurden die vestibulären Sextantenflächen so gut wie nie ausgelassen und von 50 % der Testpersonen für mindestens 7,5 Sekunden geputzt. Rossi et al. (2016) berichtet über die Vernachlässigung ganzer Sextanten bei etwa der Hälfte der Kinder. Die Einteilung nach Sextanten sagt allerdings nichts über das Erreichen der verschiedenen Zahnflächen aus und ist somit wenig aussagekräftig.

Auch ohne weitere wissenschaftliche Evidenz ist es mehr als naheliegend, das Reinigen aller Zahnflächen zu fordern, wenn es um die Gesunderhaltung von Zähnen und Zahnfleisch geht (Dörfer et al. 2007). Die Beobachtungsstudien zeigen jedoch, dass es den Testpersonen überwiegend nicht gelingt, dieser Vorgabe zu folgen und dass speziell die oralen Flächen am wenigsten gereinigt werden.

#### 1.4.5 Putzsystematik

Mit der Empfehlung einer Putzsystematik soll der gerade beschriebenen Vernachlässigung einzelner Sextanten oder Flächen entgegengewirkt werden. Relativ bekannt ist z. B. die KAI-Systematik, die von der DAJ empfohlen und vermittelt wird (Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege e. V. 2013). KAI steht für **K**auflächen, **A**ußenflächen und **I**nnenflächen und gibt eine Reihenfolge vor, in der die Zahnflächen geputzt werden sollen. Rateitschak empfiehlt hingegen eine Systematik, bei der zu Beginn das Augenmerk auf die schwer zugänglichen Flächen gelegt wird. So sollen zuerst die Innenflächen im Unterkiefer und im Oberkiefer, anschließend die Außenflächen und zuletzt die Kauflächen mit der Zahnbürste gereinigt werden (Wolf et al. 2012).

In ihrer Befragungsstudie stellten Zimmer und Lieding (2014, S. 589) den Teilnehmenden folgende Frage zur Systematik: „Gehen Sie beim Zähneputzen eigentlich immer in der

gleichen Reihenfolge vor, also putzen Sie z. B. als erstes die Kauflächen, dann die Außenflächen und dann die Innenflächen [...]?”“. Daraufhin antworteten 56 % der Teilnehmenden, immer in der gleichen Reihenfolge vorzugehen, während 43 % angaben, nicht darauf zu achten.

Die Ergebnisse aus Beobachtungsstudien sind mit diesem Selbstbericht nicht identisch. Beispielsweise zeigten von den 18-Jährigen nur 31 der 101 Testpersonen ein systematisches Putzverhalten (Winterfeld 2014). Als systematisches Putzverhalten galt die Einhaltung der Reihenfolge: Zuerst die Oberkiefer- und anschließend die Unterkieferzähne oder zunächst die vestibulären und dann die oralen Flächen oder in umgekehrter Reihenfolge zu putzen. Insgesamt wechselten die Testpersonen sehr häufig zwischen den Flächen innerhalb eines Kiefers (Winterfeld 2014). Häufige Wechsel von links nach rechts und das wiederholte Erreichen bestimmter Flächen, d. h. ein insgesamt unsystematisches Putzverhalten beobachteten auch Macgregor und Rugg-Gunn (1979a). Sandström et al. 2011 erkannten bei 33 % der Kinder eine Putzsystematik. Systematik bedeutete in dieser Untersuchung, dass ein Kind die Zahnreihen in einem Kiefer oder die Flächen (vestibulär, oral, okklusal) konsequent von einer zur anderen Seite putzte. Eine ältere Studie untersuchte um 1981 anhand von einer Videoanalyse die Putzsystematik 13-jähriger Kinder (Honkala 1984). Das Untersuchungsteam orientierte sich an Instruktionen zur Putzsystematik, die in den Schulen vermittelt wurde. Diese Instruktionen setzten 14 % der Testpersonen um, die unwissend beim Zähneputzen gefilmt wurden. 54 % putzten zwar alle Flächen, jedoch nicht in einer nachvollziehbaren Reihenfolge. Bei 32 % der Testpersonen war der Putzvorgang unsystematisch oder unvollständig (Honkala 1984). Aktuellen Empfehlungen zufolge ist die Putzsystematik und damit das Erreichen aller Flächen wichtiger als eine bestimmte Putztechnik (Davies et al. 2003; Dörfer et al. 2007). Obwohl laut Selbstbericht über die Hälfte der befragten Personen meinte, eine Systematik einzuhalten, zeigen Beobachtungsstudien, dass diese Anforderung scheinbar nur von ca. 30 % der Testpersonen umgesetzt wird.

Die vorangegangenen Abschnitte haben gezeigt, dass es weder Kindern noch Erwachsenen gelingt, weitgehende Plaquefreiheit mit dem Putzen herzustellen (Abschnitt 1.3). Dabei zeigen sie eine große Bandbreite an Putzverhaltensweisen (Abschnitt 1.4). Welche Erkenntnisse bis heute zum Zusammenhang dieser beiden Aspekte – gezeigtes Putzverhalten und Plaquefreiheit nach dem Putzen – bestehen, fasst der folgende Abschnitt zusammen.

## 1.5 Zusammenhang zwischen Parametern des Zahnputzverhaltens und dem Putzerfolg

Macgregor et al. (1986) untersuchten im Rahmen ihrer Beobachtungsstudien u. a. auch, ob eine Korrelation zwischen der Anzahl der Putzbewegungen und den Plaquewerten nach dem Putzen besteht. Es zeigten sich allerdings kaum relevante Zusammenhänge. Auch die Art der Putzbewegung hatte in dieser Studie keinen nennenswerten Einfluss auf die Plaquewerte (Rugg-Gunn et al. 1979).

Honkala et al. (1986) analysierten die Effekte von Frequenz, Putzmuster und Putzdauer auf die Plaquemenge nach dem Putzen (s. a. Abschnitt 1.3) bei 13-Jährigen (n = 110). Sie stellten fest, dass die Putzdauer den größten Einfluss auf das Putzergebnis hatte: Bei Kindern, die weniger als eine Minute putzten, blieben durchschnittlich mehr als 60 % der Messstellen plaquebehaftet. Bei Kindern, die eine bis zwei Minuten putzten, waren es weniger als 30 %. Die Plaquemenge nahm jedoch nicht weiter ab, wenn die Putzzeit zwei Minuten überschritt. Bezüglich der habituellen Reinigungsmuster schien die Plaqueentfernung erfolgreicher (< 30 % plaquebedeckt), wenn alle Flächen erreicht wurden im Vergleich zu „gleichgültigem Putzen“ (70–90 % plaquebedeckt). Da jeweils nur die vestibulären Flächen bis zum ersten Molaren beurteilt wurden, sind keine Aussagen über die Plaquefreiheit der oralen Flächen bzw. des Gesamtgebisses möglich. Die Frequenz hatte keinen Einfluss auf das Putzergebnis.

In einer jüngeren Studie untersuchten Harnacke et al. (2015) mithilfe einer Regressionsanalyse, welche Parameter des Zahnputzverhaltens den Putzerfolg, gemessen als verbliebene Plaque am Gingivarand, am besten vorhersagen. Insgesamt ließen sich 20,8 % der Varianz durch eine gleichmäßige Verteilung der Putzzeit auf die Flächen, d. h. der Systematik (15,4 %) und die Dauer der kreisenden Putzbewegungen (5,4 %) erklären. Auch Ebel et al. (2019) fanden heraus, dass bei 18-Jährigen die Systematik der wichtigste Prädiktor für den Grad der Plaquefreiheit war. Dieser erklärte 15,2 % der Varianz. In einer Studie aus der gleichen Arbeitsgruppe von Petker et al. (2019b) waren ebenfalls die Putzdauer und Putzsystematik bei Nutzern einer elektronischen Zahnbürste prädiktiv und erklärten 33,2 % der Varianz.

Insgesamt gibt es nur wenige Studien, die systematisch den Zusammenhang zwischen Putzverhalten und Putzerfolg erfassen. Zudem sind Studien, die Kinder untersuchten, älteren Datums und sowohl das Verhalten als auch die Plaque hier weniger nachvollziehbar resp. differenziert analysiert als in den jüngeren Studien. Es bedarf also

weiterer Untersuchungen. Daher werden im Folgenden die bisherigen Befunde zusammengefasst und daraus die Fragestellung der vorliegenden Arbeit abgeleitet.

## **1.6 Zusammenfassung der Befunde und Ableitung zur Fragestellung**

Die vorangegangenen Abschnitte haben verdeutlicht, dass die häusliche Mundhygiene eine hohe Bedeutung für die Aufrechterhaltung der oralen aber auch der systemischen Gesundheit hat. Sie haben außerdem gezeigt, dass die Fähigkeiten, häusliche Mundhygiene effektiv zu betreiben, also Plaquefreiheit herzustellen, begrenzt sind. Hierauf weisen u. a. die hohe Gingivitisprävalenz bei 12-Jährigen hin und Studien, die zeigen, dass selbst bei Erwachsenen unmittelbar nach dem Putzen noch sehr viel Plaque am Gingivarand verbleibt. Zu Kindern weiß man hier allerdings weniger: Die meisten Studien berücksichtigen nicht alle Zähne und Zahnflächen der Testpersonen. In keiner der Studien wurden die Testpersonen gebeten, „so gründlich wie möglich“ zu putzen. Daher sind bisher keine Rückschlüsse auf die tatsächlichen Zahnputzfertigkeiten von Kindern möglich. Diese Fertigkeiten anhand von Plaquemessungen nach bestmöglichem Putzen zu prüfen, ist ein Ziel der vorliegenden Arbeit. Ein weiteres Ziel besteht darin, das Putzverhalten von Kindern zu beschreiben und zu prüfen, welche Verhaltensaspekte das Putzergebnis am besten vorhersagen. Die vorliegende Studie fokussiert dabei aus verschiedenen Gründen zunächst 12-Jährige: Zum einen endet üblicherweise in diesem Alter die Gruppenprophylaxe, so dass mit der Studie beschrieben werden kann, was bis zum Ende der Gruppeprophylaxe erreicht wurde. In diesem Alter haben außerdem die meisten Kinder den Zahnwechsel weitgehend abgeschlossen, so dass von daher die Voraussetzungen gegeben sein sollten, dass sie ihre Zähne nun dauerhaft gesund erhalten können. Schließlich bilden die 12-Jährigen eine Altersgruppe, die in der großen repräsentativen Deutschen Mundgesundheitsstudie regelmäßig untersucht wird, womit für genau diese Altersgruppe epidemiologische Vergleichsdaten vorliegen, die eine Einordnung der Befunde erleichtern.

### *Fragestellungen*

1. Wieviel Plaque verbleibt auf den Zähnen 12-Jähriger, wenn sie bestmöglich putzen?
2. Wie lässt sich das Zahnputzverhalten der 12-jährigen Kinder beschreiben?
3. Welche Parameter ihres Zahnputzverhaltens sagen das Ausmaß der Plaquefreiheit nach dem Putzen vorher?

## **2 Methode**

Die Beobachtungsstudie ist Teil einer größeren Querschnittstudie mit einem Untersuchungszeitraum von Juli 2015 bis Februar 2016. Sie wurde in Kooperation der Fachbereiche Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU) und Medizin sowie Psychologie der Philipps-Universität Marburg durchgeführt. Folgende Personen waren an dieser Kooperation beteiligt: Frau Prof. Dr. Renate Deinzer (Institut für Medizinische Psychologie, Fachbereich Medizin) und Herr Prof. Dr. Dr. Norbert Krämer (Abteilung für Kinderzahnheilkunde, Fachbereich Medizin) der Justus-Liebig-Universität Gießen sowie Frau Dr. Jutta Margraf-Stiksrud (Fachbereich Psychologie) und Herr Prof. Dr. Klaus Pieper (Abteilung für Kinderzahnheilkunde, Fachbereich Medizin) der Philipps-Universität in Marburg.

Im Rahmen dieser Querschnittstudie wurden 99 12-jährige Gießener Kinder und 90 Marburger Kinder hinsichtlich ihres Mundhygieneverhaltens und ihrer Mundhygienefertigkeiten untersucht. Die vorliegende Beobachtungsstudie analysiert allein die Marburger Kohorte. Neben der Erhebung klinischer Parameter und einer Videoaufnahme des Zahnputzverhaltens wurden auch weitere Daten – insbesondere Fragebogendaten – erhoben, die für die vorliegende Analyse nicht relevant sind und daher im Folgenden nicht weiter behandelt werden.

Die Untersuchenden, Oliver Cordes (OC) und Julia Weber (JW), waren im Untersuchungszeitraum Studierende der Zahnmedizin und Promovenden im Institut für Medizinische Psychologie der JLU Gießen. Die Assistenten, Can Firsatbul (CF) und Tilmann Seifert (TS), waren approbierte Zahnärzte und dokumentierten die erhobenen Befunde. Die Videoanalyse wurde von Lisa Hassebrauck (LH, Doktorandin im Institut für Medizinische Psychologie der JLU Gießen) und Ghassan Falouji (GF, Wissenschaftliche Hilfskraft im Institut für Medizinische Psychologie der JLU Gießen) sowie OC vorgenommen.

### **2.1 Ethik**

Die Ethik-Kommission des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen äußerte keinerlei Bedenken hinsichtlich der Durchführung der Studie (Az. 42/13).

Alle Kinder und ihre Erziehungsberechtigten wurden vor Studienbeginn ausführlich über die Inhalte und Ziele der Studie aufgeklärt. Die schriftliche Einwilligung wurde spätestens am Tag der Untersuchung vor der Versuchsdurchführung von allen Beteiligten

(Kind, erziehungsberechtigte Person, Untersucher/in) unterschrieben und separat aufbewahrt. Die erhobenen Daten wurden unter einem fünfstelligen Testpersonencode pseudonymisiert dokumentiert und elektronisch gespeichert.

## 2.2 Stichprobe

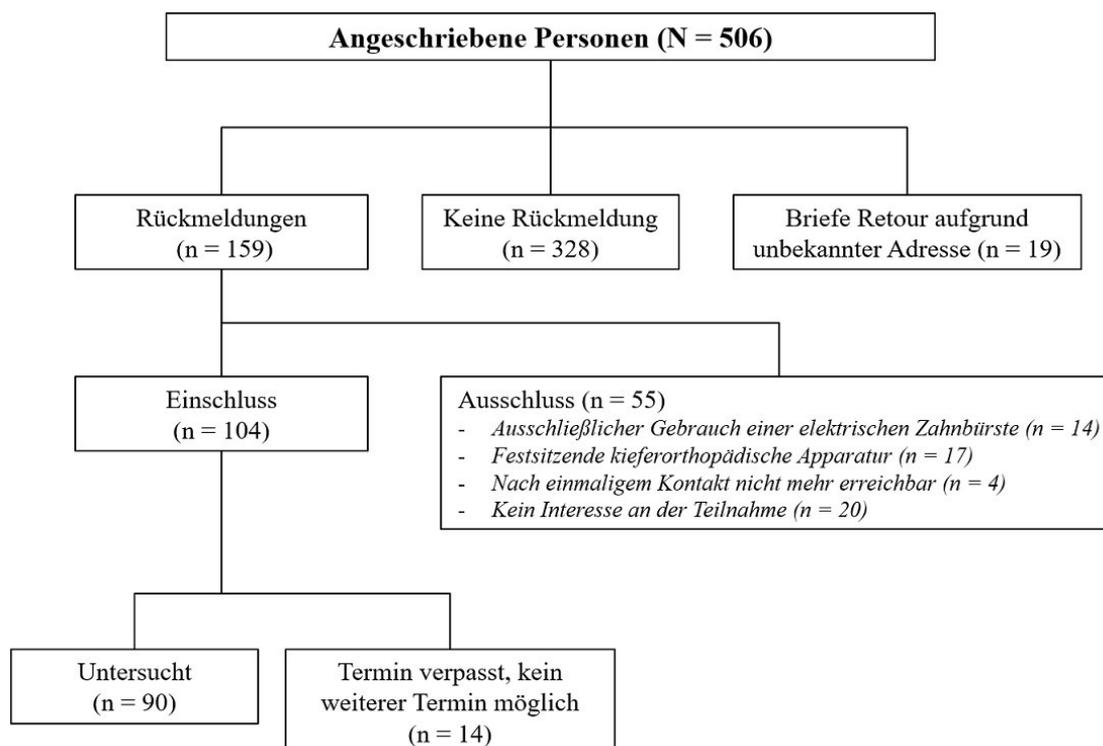
Wie zu Beginn des Methodenteils erläutert, gehen in die vorliegende Analyse 12-jährige Kinder, alle wohnhaft in Marburg, ein. Die Auswahl der Kinder geschah vor dem Hintergrund, dass der Fokus der Beobachtungsstudie auf Kinder gerichtet werden sollte, die aufgrund ihres Alters laut § 21 SGB V gerade erst die Gruppenprophylaxe verlassen hatten. Die Kinder wurden nach den folgenden Einschlusskriterien ausgesucht: Geburtsjahrgang 2003, Wohnsitz in Marburg und das schriftliche Einverständnis des Kindes und einer erziehungsberechtigten Person. Als Ausschlusskriterien galten der ausschließliche Gebrauch einer elektrischen Zahnbürste, festsitzende kieferorthopädische Apparaturen (z. B. Multibrackets, Retainer), herausnehmbarer Zahnersatz (z. B. durch Trauma) oder Herzerkrankungen. Der Gebrauch einer elektrischen Zahnbürste erfordert eine andere Handhabung (v. a. Bewegungsabläufe) als das Putzen mit einer einfachen Zahnbürste. Kieferorthopädische Apparaturen erschweren das Reinigen der Zähne erheblich und erfordern andere Putztechniken, die nicht Inhalt der Gruppenprophylaxe sind. Herausnehmbarer Zahnersatz ist in diesem Alter sehr selten, würde jedoch wie kieferorthopädische Apparaturen die Vergleichbarkeit zu Kindern ohne diese reduzieren. Bestimmte Herzerkrankungen, die zu einer Endokarditisprophylaxe verpflichten, hätten die Durchführung eines Untersuchungsteils (Papillenblutungsindex) verhindert (Horstkotte 1999).

Die Rekrutierung der Kinder erfolgte postalisch anhand einer Adressenliste aller im Landkreis Marburg gemeldeten Kinder des Geburtsjahrgangs 2003 (insgesamt 506 Adressen). Diese Liste stellte das Einwohnermeldeamt zur Verfügung. Im Studienprotokoll geplant war die Erhebung einer Zufallsstichprobe. Insgesamt sollten 100 Kinder zur Untersuchung kommen. Die Ziehung sollte nach dem Zufallsprinzip mittels Zuordnung von Zufallszahlen erfolgen. Die Kalkulation der Stichprobengröße wird in Abschnitt 2.6 beschrieben.

Die ausgewählten Kinder und ihre Erziehungsberechtigten erhielten einen Brief mit der Einladung zur Studienteilnahme und mit Informationen zum Inhalt und Ablauf der Studie (Anhang A). Interessierte konnten telefonisch, per E-Mail oder via WhatsApp Kontakt aufnehmen. In einem standardisierten Telefon-Interview (Anhang B) wurden mögliche

Ausschlusskriterien abgefragt und es wurde nochmals über die Studie informiert. War eine Studienteilnahme möglich, wurde ein Untersuchungstermin vereinbart. Außerdem erhielten die Kinder und ihre Erziehungsberechtigten in einem zweiten Schreiben eine ausführliche schriftliche Studienaufklärung (Anhang C), eine abzugebende Einwilligungserklärung (Anhang D), eine Wegbeschreibung und eine Anleitung zum Online-Ausfüllen der Fragebögen.

Es wurden zunächst 100 Anschreiben verschickt und der Rücklauf abgewartet. Kinder, die auf das erste Schreiben nicht reagierten, bekamen circa vier Wochen später ein zweites Anschreiben als Erinnerung (Anhang E). Anschließend wurden in Wellen weitere Anschreiben verschickt, um die Zielgröße (n = 100) zu erreichen. Tatsächlich gelang nur eine Untersuchung von 90 Kindern, wie das Flussdiagramm (Abbildung 1) zur Rekrutierung zeigt.



**Abbildung 1:** Flussdiagramm des Rekrutierungsablaufes

## 2.3 Versuchsaufbau und Versuchsablauf

Alle Abläufe, Interviews und Gespräche (Informationen, Aufklärung, Anleitungen) sowie die klinischen Untersuchungen wurden vorab standardisiert. Vor Studienbeginn wurde das Untersuchungsteam kalibriert und die Abläufe im Detail trainiert (s. Abschnitt 2.5). Die Untersuchungen wurden von Juli 2015 bis Februar 2016 von jeweils einem Untersucher (OC) oder einer Untersucherin (JW) mit einer Assistenz (CF, TS) in der Abteilung für Kinderzahnheilkunde in der Zahnklinik der Philipps-Universität Marburg durchgeführt.

Nach telefonischer Kontaktaufnahme mit den Kindern bzw. Eltern (s. Abschnitt 2.2) wurde ein Untersuchungstermin festgelegt und die Kinder aufgefordert, in einem Zeitraum von mindestens vier Stunden vor dem Termin auf das Zähneputzen zu verzichten. In einem verdunkelbaren Raum befanden sich eine Behandlungseinheit für die klinischen Untersuchungen sowie ein mobiles Waschbecken mit einer höhenverstellbaren Haltevorrichtung für einen Tablet-PC, der für die Videoaufnahmen genutzt wurde. Der Tablet-PC diente den Kindern im Selbstporträt-Filmmodus gleichzeitig als Spiegel. Für die Befundaufnahme wurde ein für die Studie angepasstes Dokumentationsprogramm (Multizentrische Dokumentation, MZD) genutzt, welches durch die Abteilung für zahnärztliche Prothetik der JLU (Zentrum für Zahn-, Mund-, Kieferheilkunde Gießen 2019) zur Verfügung gestellt wurde und die direkte digitale Erfassung der Parameter mittels PC ermöglicht. Vor jeder Untersuchung wurde der Raum durch OC oder JW und die Assistenz nach den Hygienerichtlinien der Zahnklinik vorbereitet, das oben genannte Equipment aufgebaut und alle benötigten Materialien (Anhang F) bereitgelegt. Anschließend wurde das Kind (und eine erziehungsberechtigte Person) durch OC oder JW hereingeholt. Nach der Aufklärung und den erforderlichen schriftlichen Einwilligungen wurde dem Kind der Ablauf der Untersuchung standardisiert geschildert, bevor mit der Untersuchung begonnen wurde. Der in den folgenden drei Abschnitten beschriebene Ablauf dauerte in der Regel eine Stunde.

### Klinische Untersuchung: Teil 1

Zu Beginn der klinischen Untersuchung wurde zunächst der Zahnstatus des Kindes erhoben und durch die Assistenz in das Dokumentationsprogramm eingetragen. Dies ermöglichte u. a. die Erhebung des internationalen DMFT/S-Indexes (s. Abschnitt 2.5.2), d. h. der Anzahl der kariösen (**D**ecayed), fehlenden (**M**issing) und gefüllten (**F**illed) Zähne (**T**eeth) bzw. Zahnflächen (**S**urfaces).

Anschließend wurde die Plaquebesiedelung vor dem Putzen anhand zweier Plaque-Indizes erfasst. Hierbei handelt es sich um den Plaque-Index nach Quigley und Hein, modifiziert nach Turesky (TQHI, Turesky et al. 1970) und den Marginalen Plaque-Index nach Deinzer (MPI, Deinzer et al. 2014). Mit dem Papillen-Blutungsindex nach Saxer und Mühlemann modifiziert nach Rateitschak (PBI, Wolf et al. 2012; Saxer und Mühlemann 1975; s. Abschnitt 2.5.2) wurde die Blutungsneigung der Gingiva untersucht.

### Videoaufnahme des Zähneputzens

Nach der ersten klinischen Untersuchung wurde das Kind gebeten, sich die Zähne vor dem Tablet-PC zu putzen. Die Höhe des Tablets wurde individuell auf die Größe der Kinder eingestellt. Die Vorrichtung und der Ablauf wurden ihnen dann genau erklärt. Sie erhielten ein Handstück (das die Bewegungsabläufe elektronisch festhalten sollte<sup>1</sup>) auf dem ein Einmalbürstenkopf (Braun Oral-B Pulsonic, Schwalbach, Deutschland) aufgesteckt, befeuchtet und mit Zahnpasta (Elmex Junior) versehen wurde. Mit der standardisierten Aufforderung „Ich bitte dich nun, dir die Zähne so gründlich wie möglich zu putzen, so dass sie ganz sauber sind. So gut wie du kannst“ begannen die Kinder mit dem Zähneputzen und die Videoaufnahme wurde gestartet. Dabei wurden die Kinder während des Zähneputzens in dem Raum allein gelassen, so dass kein Risiko der Ablenkung durch andere Personen bestand. Sobald das Kind seinen Putzvorgang beendet hatte, gab es OC oder JW Bescheid, worauf diese wieder in den Raum gingen und die Videoaufnahme beendeten.

### Klinische Untersuchung: Teil 2

Direkt nach dem Zähneputzen wurde anhand des TQHI und des MPI das Ausmaß der Plaquefreiheit erhoben. Im Anschluss wurde zur Erhebung des DMFS-Index für jeden Zahn noch ein detaillierter Flächenbefund erfasst. Nach der zweiten klinischen Untersuchung wurden die Kinder auf Wunsch über die verbliebene Plaque informiert und es wurden ihnen individuelle Tipps zur Verbesserung ihrer Mundhygiene gegeben. Am

---

<sup>1</sup> Die Daten dieser Studie sollten auch zur Erprobung und Validierung der Aufzeichnungsfunktion dieses Handstücks genutzt werden. Hierbei ergaben sich so gravierende technische Probleme, dass das diesbezügliche Vorhaben letztlich fallen gelassen wurde.

Ende der Untersuchung erhielt jedes teilnehmende Kind 25 Euro als Aufwandsentschädigung für die Teilnahme an der Studie.

## **2.4 Videoanalyse**

Während der Untersuchungen wurden insgesamt 90 Videoaufnahmen erstellt, wovon schließlich 84 Videoaufnahmen analysiert werden konnten. Sechs Videos wurden von der Auswertung ausgeschlossen, weil eine vollständige Analyse der Zahnkontaktzeit nicht möglich war. Dies traf zu, wenn sich der Mund des Kindes zu lange außerhalb des Bildausschnittes befand. Als Kriterium hierfür wurde  $> 5\%$  der Zahnkontaktzeit (s. u.) festgelegt.

Die Analyse der Videoaufnahmen wurde in mehreren Schritten von drei Beobachtenden (GF, LH und OC) unabhängig voneinander durchgeführt und erfolgte mit Hilfe der Software INTERACT® Version 9 (Mangold International GmbH, Arnstorf, Deutschland). Zum Zeitpunkt der Videoanalyse kannte keiner der Beobachtenden die klinischen Daten der Testperson. Nur OC hatte zuvor einen Teil der klinischen Untersuchungen durchgeführt. Durch den zeitlichen Abstand ( $>$  vier Wochen) zwischen Untersuchung und Videoanalyse konnte indes davon ausgegangen werden, dass OC sich nicht mehr im Detail an die klinische Situation erinnerte.

Der zeitliche Aufwand zur Analyse eines Zahnputzvorgangs lag bei vier bis acht Stunden. Eine detaillierte Beschreibung der Analyse folgt im Abschnitt 2.5.3. Die Analyse der Parameter des Zahnputzverhaltens dient zum einen der Beschreibung des Putzverhaltens der Kinder (2. Fragestellung) und zum anderen der Herausarbeitung von Prädiktorvariablen, für welche anschließend geprüft wird, inwieweit sie den Putzerfolg vorhersagen können (3. Fragestellung).

## **2.5 Variablen**

In den folgenden Abschnitten werden die Kalibrierung des Untersuchungs- und Beobachtungsteams, die erfassten klinischen Parameter sowie die Parameter zum Zahnputzverhalten, die mittels der Videoanalyse erhoben wurden, beschrieben.

### **2.5.1 Kalibrierung des Untersuchungs- und Beobachtungsteams**

Zeitnah zum Studienbeginn wurden die Untersuchenden (JW und OC) hinsichtlich aller zu erhebenden Variablen sorgfältig kalibriert. Die Kalibrierung der Untersuchenden galt für eine jeweilige klinische Variable dann als erfolgreich, wenn bei fünf

aufeinanderfolgenden Testpersonen eine Übereinstimmung von mindestens 90 % der pro Testperson erfassten Werte bezüglich dieser Variable vorlag und die Abweichungen bei den verbleibenden 10 % nicht mehr als eine Einheit betragen. Wurde das Erfolgskriterium zunächst nicht erreicht, wurden die Abweichungen direkt analysiert und die Gründe diskutiert, sodass sich die zu kalibrierenden Untersuchenden an der bereits kalibrierten Person orientieren konnten.

Die Kalibrierung zur Erhebung des Zahnstatus (DMFT/DMFS) wurde in der Zahnklinik der JLU in Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Dr. Norbert Krämer (Abteilung für Kinderzahnheilkunde) in zwei Schritten durchgeführt. Es fand zunächst eine Trockenkalibrierung anhand von Fotos statt. Im zweiten Schritt wurde eine Kalibrierung mit Testpersonen, die nicht Teil der Studie waren, unter klinischen Bedingungen durchgeführt. Die Kalibrierung bezüglich der Plaque-Indizes (TQHI und MPI) und des Papillen-Blutungsindex (PBI) wurde zusammen mit einem erfahrenen und bereits in früheren Studien kalibrierten Zahnarzt im Institut für Medizinische Psychologie vorgenommen. Bezüglich des PBI wurde eine Briefwaage zur Hilfe genommen, um sicherzustellen, dass alle Untersuchenden den gleichen Druck (max. 0,2 Newton) beim Auswischen der Papillen anwenden.

Auch die Kalibrierung für die Analyse der Zahnputzvideos sowie die Videoanalysen selbst fanden im Institut für Medizinische Psychologie in Gießen statt. Zunächst erfolgte eine Einführung in die Analysesoftware INTERACT® (siehe Kapitel 2.5.3), eine Einweisung in die einzelnen Analyseschritte sowie ein Training mit einer bereits kalibrierten Mitarbeiterin des Instituts. Die drei Beobachtenden (GF, LH und OC) wurden an zehn Videoaufnahmen einer ähnlichen Vorgängerstudie, die sie unabhängig voneinander analysierten, kalibriert. Zur Überprüfung der Übereinstimmung wurden Intraklassen-Korrelationen (Intra-Class Correlation (ICC)) berechnet.

Das Kriterium für eine erfolgreiche Kalibrierung lag für alle Zahnputzverhaltensparameter dabei bei  $ICC \geq 0,9$ . Zur weiteren Qualitätssicherung wurden zu Überprüfung der Zuverlässigkeit der Videoanalyse für die vorliegende Studie zusätzlich bei den ersten zehn Videos und bei durchschnittlich jedem zehnten weiteren Video (Zufallsauswahl) Doppelbeobachtungen durchgeführt. Dabei lag die Übereinstimmungsrate für alle Zahnputzparameter bei  $ICC > 0,93$ .

## 2.5.2 Klinische Variablen

### Zahnstatus (DMFT/DMFS)

Zur Erhebung des Zahnstatus nutzte der Untersucher oder die Untersucherin einen zahnärztlichen Spiegel und einen Luftpuster zum Trocknen der Zähne. Für jeden Zahn wurde erfasst, ob es sich um einen Milchzahn oder einen Zahn der bleibenden Dentition handelte. Fehlende Zähne und sich im Durchbruch befindliche Zähne (Kronenäquator noch mit Gingiva bedeckt) wurden kenntlich gemacht. Für jeden Zahn wurde dokumentiert, ob er kariesfrei oder kariös war und ob er Füllungen oder Fissurenversiegelungen aufwies. Es wurde zwischen Initialkaries und Dentinkaries unterschieden. Besonderheiten, wie Hypomineralisationen, traumabedingte Füllungen und aufgrund von Trauma oder Kieferorthopädie extrahierte Zähne, wurden vermerkt, da diese nicht zu Zähnen mit Karieserfahrung gezählt werden sollten. Zur Erhebung des DMFS wurden diese Kriterien differenziert pro Zahnfläche beurteilt, wobei auch Füllungen mit Sekundärkaries dokumentiert wurden.

### Erhebung der Plaque-Indizes (TQHI und MPI)

Bei allen beurteilbaren Zähnen der ersten und zweiten Dentition wurden sowohl die vestibulären als auch die oralen Flächen bewertet.

Der TQHI erfasst die Plaque im Bereich des Gingivarandes und auf der Zahnkrone (s. Tabelle 1). Es wird jeweils die vestibuläre und die orale Fläche im Ganzen bewertet. Beim MPI wird ausschließlich die Plaque im Bereich des Gingivarandes in acht Abschnitten pro Zahn beurteilt. Die vestibulären und die oralen Flächen werden jeweils in vier gleiche Abschnitte aufgeteilt und es wird zwischen approximal (jeweils distal und mesial) und zervikal (zervikodistal, zervikomesial) unterschieden. Bei der Gradeinteilung des MPI wird lediglich zwischen „keine Plaque vorhanden“ (Grad 0) und „Plaque vorhanden“ (Grad 1) unterschieden.

Zur Visualisierung der Plaque wurde eine gelb fluoreszierende Indikatorflüssigkeit (Plaque-Test, Ivoclar Vivadent) verwendet. Diese wurde in vier Abschnitten auf die folgenden zuvor mit Druckluft getrockneten Zahnflächen aufgetragen: Vestibuläre Flächen des Oberkiefers, palatinale Flächen des Oberkiefers, vestibuläre Flächen des Unterkiefers und linguale Flächen des Unterkiefers. Das Kind wurde nach jedem Abschnitt gebeten den Mund auszuspülen. Der Raum wurde abgedunkelt, die Zahnflächen nochmals mit Luft getrocknet und die Plaque-Werte mit Hilfe einer UV-Lampe (Gatzetec, Hamburg) und eines Dentalspiegels nacheinander abgelesen; zuerst der

TQHI, dann der MPI. Der Untersucher oder die Untersucherin gab dabei die Werte pro Zahn kodiert an die Assistenz weiter, welche diese direkt in das Dokumentationsprogramm eingab. Die Kodierung erschwerte den Kindern die Interpretation der Werte und ermöglichte ihnen so ein unvoreingenommenes Putzen.

Die Verwendung der fluoreszierenden Indikatorflüssigkeit hatte zwei wichtige Vorteile. Erstens wurde so die Erhebung des Papillenblutungsindex nicht beeinflusst, da sich die Flüssigkeit farblich deutlich von der Gingiva und von Blut unterschied. Zweitens sollte vermieden werden, dass die Kinder während des Zähneputzens visuelle Unterstützung durch die angefärbte Plaque erhielten.

**Tabelle 1:** Grade des Plaque-Index nach Quigley & Hein (TQHI)

Grad	Kriterium
0	keine Plaque
1	einzelne Plaque-Flecken am zervikalen Rand des Zahnes
2	dünne Plaque-Linie (bis 1 mm) am zervikalen Rand des Zahnes
3	Plaque-Band von mehr als 1 mm bedeckt weniger als das zervikale Drittel der Krone
4	Plaque-Band bedeckt mindestens ein Drittel, aber weniger als zwei Drittel der Zahnkrone
5	Plaque bedeckt zwei Drittel oder mehr der Zahnkrone

#### Erhebung des Papillen-Blutungsindex (PBI)

Die Papillen wurden quadrantenweise nach Lufttrocknung mit einer stumpfen Parodontalsonde mit leichtem Druck ausgewischt und die Werte (Tabelle 2) nach 30 Sekunden abgelesen.

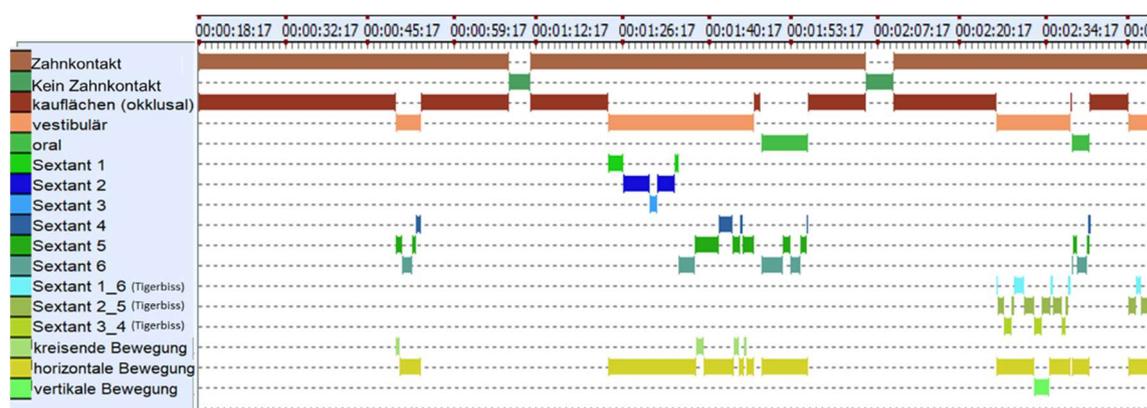
**Tabelle 2:** Grade des Papillenblutungsindex (PBI)

Grad	Kriterium
0	keine Blutung
1	ein einzelner Blutungspunkt
2	eine feine Blutungslinie oder mehrere einzelne Blutungspunkte
3	interdentales Dreieck mit Blut gefüllt
4	Tropfen/profuse Blutung

### 2.5.3 Zahnputzverhalten

Die Daten zum Zahnputzverhalten wurden durch Videoanalyse mit Hilfe der Software INTERACT® erhoben. Mit dieser Software wird das Verhalten kodiert und zeitlich analysiert, indem dem jeweiligen zu beobachtenden Parameter eine Taste zugeordnet wird, die dann so lange gedrückt wird, wie das Verhalten gezeigt wird. Auf diese Weise wird unter der Ton- und der Bildspur für jeden Verhaltensaspekt eine Kodierungsspur aufgezeichnet. Diese erlaubt dann die weitergehende Analyse mittels einer Statistiksoftware z. B. hinsichtlich der Dauer, mit der der jeweilige Verhaltensparameter gezeigt wurde. Durch das Herabsetzen der Geschwindigkeit eines Videos war eine exakte zeitliche Analyse der Parameter möglich. Da die Analysen aufeinander aufbauen, musste eine bestimmte Reihenfolge eingehalten werden. In Anlehnung an frühere Beobachtungsstudien (Ebel et al. 2019; Deinzer et al. 2018a; Harnacke et al. 2015) erfolgte die Analyse hinsichtlich folgender vier Parameter: 1. Zahnkontaktzeit, 2. Erreichte Flächen, 3. Erreichte Sextanten und 4. Art der Putzbewegung (s. Abschnitt 2.5.3.2). Für alle Parameter wurde dabei die Dauer festgehalten. Abbildung 2 zeigt anhand eines beispielhaft ausgewählten Kindes die grafische Auswertung eines Putzvorgangs hinsichtlich dieser Parameter.

Um eine bessere Beschreibung der Qualität des Zahnputzverhaltens zu ermöglichen, wurden noch die Anzahl vernachlässigter Sextanten (5.) und die Anzahl ausreichend lang geputzter Sextanten (6.) als weitere Parameter ergänzt.



**Abbildung 2:** Beispiel einer grafischen Auswertung eines Putzvorgangs eines Kindes hinsichtlich der Verhaltenskategorien (Zahnkontaktzeit, erreichte Flächen, erreichte Sextanten (einzeln und im Tigerbiss geputzt) sowie den Putzbewegungen)

Die genaue Beschreibung der genannten Parameter und Benennung der Personen, die sie analysiert haben, erfolgt unter 2.5.3.2. Zunächst soll im folgenden Absatz noch auf eine wichtige Besonderheit bezüglich des Zahnputzverhaltens von 12-Jährigen eingegangen werden: Die Zahnputzinstruktionen während der Gruppenprophylaxe.

### **2.5.3.1 Zahnputzinstruktionen während der Gruppenprophylaxe**

Wie bereits erwähnt, durchlaufen alle Kinder in Deutschland bis zum Alter von 12 Jahren ein Gruppenprophylaxe-Programm. Die Stadt Marburg ermöglicht Schulkindern bis zur 6. Klasse die Teilnahme an zwei bis vier Prophylaxeeinheiten pro Schuljahr. Während dieser Prophylaxeeinheiten erhalten die Kinder unter anderem eine Zahnputzinstruktion. Wie in vielen anderen Regionen in Hessen und ganz Deutschland wird in der Zahnputzübung von einem unterstützenden Zahnputzlied Gebrauch gemacht (Zahnputz-Zauberlied; Verlag „Verein für Zahnhygiene“ (Thumeyer und Pfeifer 2010)). Das Lied soll helfen, die KAI-Systematik (s. a. 1.4.5) zu erlernen und zu verinnerlichen. Die Kinder lernen so eine feste Reihenfolge der zu putzenden Zahnflächen. Ebenso lernen sie welche Bewegungen auf den jeweiligen Flächen und wie lange diese Bewegungen ausgeführt werden sollen. Das Zahnputz-Zauberlied ist Online (Zahnputz-Zauberlied) verfügbar und ermöglicht damit auch anderen Instruierenden, wie Eltern, Erziehungskräften und Lehrkräften, die gleiche Methode anzuwenden. Auf diesem Weg wird den Kindern geholfen eine sinnvolle Zahnputzroutine zu etablieren.

Das Lied besteht aus drei Strophen. Die erste Strophe instruiert die Kinder die Kauflächen mit horizontalen Bewegungen zu putzen: „Hin und her, hin und her, Zähneputzen ist nicht schwer“. Diese Zeile wird viermal wiederholt, so dass die Kauflächen jedes Quadranten geputzt werden können. Die zweite Strophe fordert die Kinder auf, die Zähne „wie ein Tiger“ zu schließen, so dass die vestibulären Flächen im Ober- und Unterkiefer jeweils zeitgleich geputzt werden. Dann sollen die Kinder auf den vestibulären Flächen kreisende Bewegungen ausführen: „Rund herum, Rund herum, Zähneputzen ist gesund“. Dieser Vers wird dreimal wiederholt, so dass jeweils die Seitenzähne rechts (Sextanten 1 und 6), links (Sextanten 3 und 4) und die Frontzähne (Sextanten 2 und 5) geputzt werden können. Die dritte Strophe instruiert die Kinder die oralen Zahnflächen mit vertikalen Bewegungen zu putzen: „Wische aus, wische aus, wisch den ganzen Schmutz heraus“. Dieser Vers wird sechsmal wiederholt, so dass Zeit für jeden Sextanten bleibt. Tabelle 3 zeigt eine kurze zusammenfassende Übersicht über den Inhalt und den zeitlichen Aufwand des Zahnputz-Zauberliedes.

Demzufolge instruiert das Lied die Kinder mit den jeweiligen Bewegungen ihre Innenflächen doppelt so lang wie ihre Außenflächen und eineinhalbmal so lang wie die Kauflächen zu putzen. Für jeden Sextanten bzw. Doppelsextanten im Tigerbiss und für jeden Quadranten wird der Vers einmal gespielt. Das Lied hat insgesamt 13 putzrelevante Verse, die zusammen ca. 100 Sekunden dauern und somit jeder Vers ca. 7,5 Sekunden. Gleichmäßiges Putzen nach dem Zahnputz-Zauberlied bedeutet demnach eine entsprechende Zeitverteilung über die Sextanten und Quadranten.

**Tabelle 3:** Übersicht über Inhalt und Zeitaufwand des Zahnputz-Zauberliedes

Strophe	Zahnfläche	Bewegung	Anzahl Verse	Zeitaufwand (s)
1	<b>Kauflächen</b> = okklusal	„hin und her“ = horizontal	4	30
2	<b>Außenflächen</b> = vestibulär	„rund herum“ = kreisend	3	22,5
3	<b>Innenflächen</b> = oral	„wische aus“ = vertikal	6	45
			Total: 13	97,5

s: Sekunden

### 2.5.3.2 Parameter des Zahnputzverhaltens

Im Folgenden werden nun die für die Auswertung relevanten Parameter des Zahnputzverhaltens der Kinder erläutert.

#### 1. Zahnkontaktzeit (reine Putzdauer)

LH kodierte zunächst die Zahnkontaktzeit, d. h. die Zeit, in der beobachtet wurde, dass die Zahnbürste die Zähne berührt. Ausspülen, Ausspucken, Zungenreinigung oder sonstige Unterbrechungen wurden als Unterbrechung der Zahnkontaktzeit beurteilt. Die Taste für die Zahnkontaktzeit wurde gedrückt, sobald die Zahnbürste die Zähne berührte und unterbrochen, sobald die Zahnbürste die Zähne nicht mehr berührte. War der Mund des Kindes oder der Bürstenkopf während der vermuteten Zahnkontaktzeit nicht im Bild, so wurde dies als „nicht beurteilbar und nicht sichtbar“ bewertet. Die Ablaufgeschwindigkeit wurde auf 0,2 eingestellt.

## 2. Dauer erreichter Flächen

Die Zahnreihen wurden für diese Variable in drei Flächen (s. a. 1.4.4) unterteilt: *Vestibulär* (= Außenflächen), *oral* (= Innenflächen) und *okklusal* (= Kauflächen). Durch Drücken der den Zahnflächen zugeordneten Tasten kodierte LH im zweiten Schritt der Analyse die Zeitdauer, in der eine bestimmte Fläche mit der Zahnbürste erreicht wurde. Im Zweifelsfall, wenn nicht eindeutig zu erkennen war, ob sich die Zahnbürste okklusal oder auf einer der beiden seitlichen Flächen befand, wurde okklusal kodiert.

Die okklusalen Zahnflächen wurden aus verschiedenen Gründen ab diesem Punkt nicht weiter analysiert. Zum einen wurden auf den Okklusalflächen ausschließlich horizontale (schrubbende) Bewegungen beobachtet und zum anderen ist die visuelle Unterscheidung von Sextanten (s. 3. *Dauer Sextanten*) auf diesen Flächen schwierig. Ein weiterer wichtiger Grund war die Erwartung, dass das Putzen der Okklusalflächen kaum Auswirkungen auf das Putzergebnis hat, da die Plaquebesiedelung entlang des Gingivarandes der vestibulären und oralen Flächen untersucht wurde. Die Geschwindigkeit des Videos wurde bei dieser Analyse auf 0,4 eingestellt.

## 3. Dauer erreichter Sextanten

Im dritten Schritt bestimmte OC durch das Drücken der den Sextanten (Tabelle 4) zugeordneten Tasten die Zahnkontaktzeit für diese. Dies erfolgte nur für die vestibulären und oralen Flächen (s. o.). Zusätzlich zu den sechs Codes für die Einzelsextanten gab es drei weitere Codes für den Fall, dass das Kind die vestibulären Flächen im Tigerbiss, d. h. mit geschlossenen Zahnreihen putzte (d. h. entweder Sextant 1 zusammen mit Sextant 6, 2 mit 5 oder 3 mit 4). Für die weitere Analyse wurde die Zahnkontaktzeit, in der im Tigerbiss geputzt wurde, zu vollen Anteilen den beiden betroffenen Sextanten zugerechnet. Ein Sextant galt als erreicht, wenn der Bürstenkopf komplett die Zähne des jeweiligen Sextanten berührte. Ein Sextantenwechsel fand statt, sobald der erste Zahn des neuen Sextanten zum größten Teil vom Bürstenkopf bedeckt wurde. Beim Erfassen der Sextanten wurde die Geschwindigkeit auf 0,4 eingestellt.

**Tabelle 4:** Aufteilung der Zähne in Sextanten

	Sextant	Zähne*
Oberkiefer	1	14 – 17
	2	13 – 23
	3	24 – 27
Unterkiefer	4	34 – 37
	5	33 – 43
	6	44 – 47

\*nach dem internationalen Zahnschema der Fédération Dentaire Internationale (FDI)

#### 4. Dauer Art der Putzbewegung

GF erfasste die Zeitdauer, in der beim Putzen der vestibulären oder oralen Zahnflächen eine der nachfolgend definierten Putzbewegungen ausgeführt wurde: *Horizontal* (= schrubbend), *vertikal* (= wischend), *kreisend* oder gemäß der (*modifizierten*) *Basstechnik*. Bei horizontalen oder schrubbenden Putzbewegungen wird die Zahnbürste auf den Zahnflächen horizontal zur Zahnachse vor und zurückbewegt, während bei vertikalen oder wischenden Putzbewegungen eine Auf- und Abbewegung entlang der Zahnachse von rot (Gingiva) nach weiß (Zähne) durchgeführt wird. Bei kreisenden Bewegungen werden Kreise auf den Zähnen beschrieben. Bei der Basstechnik werden kurze horizontale, rüttelnde Bewegungen durchgeführt. Modifiziert bedeutet, dass auf die Bassbewegung eine anschließende vertikale Auswischbewegung von rot nach weiß folgt. Die Geschwindigkeit wurde auf 0,4 eingestellt. Alle Putzbewegungen konnten einem dieser Codes zugeordnet werden.

Für die Übereinstimmungsanalyse (s. Abschnitt 2.5.1) kodierte LH die Art der Putzbewegung und OC die erreichten Flächen bei durchschnittlich jedem zehnten Video.

#### 5. Anzahl vernachlässigter Sextanten

Eine wichtige Beobachtung früherer Studien (s. Abschnitt 1.4.4) war, dass Testpersonen nicht alle Zahnflächen beim Zähneputzen erreichen. Davon betroffen waren vor allem die oralen Flächen. Zur Beschreibung dieses Aspekts soll für vestibuläre und orale Flächen die Anzahl der Sextanten, welche lediglich mit einer Dauer < 1 Sekunde geputzt wurden, dargestellt werden.

## 6. Anzahl ausreichend lang geputzter Sextanten

Als Maß für die Vollständigkeit des Zahnputzvorgangs wurde berechnet, wie viele Sextanten von vestibulär resp. oral ausreichend lang geputzt wurden. Die Definition von „ausreichend lang“ entsprach dabei 7,5 Sekunden und basiert auf dem bereits in Abschnitt 2.5.3.1 beschriebenen Zahnputz-Zauberlied, anhand dessen die 12-jährigen Kinder das Zähneputzen in der Gruppenprophylaxe erlernten.

## **2.6 Statistik**

Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha = 0.05$  festgelegt. Die Berechnung der Stichprobengröße erfolgte so, dass ein mittlerer Zuwachs der Varianzaufklärung ( $R^2$ -Anstieg) durch einen Prädiktor mit einer Power von 95 % detektierbar war.

Die statistische Analyse erfolgte mit SPSS 26 (IBM, Armonk, NY, USA). Alle metrischen Daten (die Plaque-Indizes TQHI und MPI, der Papillenblutungsindex PBI sowie die Zahnputzverhaltensparameter Zahnkontaktzeit, Putzbewegungen, Ausmaß erreichter Flächen, Anzahl vernachlässigter Sextanten und Anzahl ausreichend lang geputzter Sextanten) wurden zunächst visuell und dann mittels des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests auf Normalverteilung geprüft.

Für jede Person wurden die Plaquewerte wie folgt berechnet. Beim TQHI wurde der Mittelwert aus allen erfassten Stellen gebildet. Für den MPI wurde der prozentuale Anteil angefärbter Stellen von allen Messstellen berechnet. Beim PBI wurde der Mittelwert des Index gebildet und zudem der Anteil blutender Messstellen in Prozent festgestellt.

Zur Beschreibung der Stichprobe wurden entsprechend dem vorliegenden Skalenniveau und der Verteilung der Häufigkeiten Mediane mit Interquartilabständen oder Mittelwerte mit Standardabweichungen berechnet. Dies betrifft den Zahnstatus und die klinischen Parameter, die vor dem Putzen (TQHI, MPI, PBI) erhoben wurden.

Zur Beantwortung der ersten Fragestellung (Plaquetfreiheit nach bestmöglichem Putzen) wurden die Plaque-Indizes TQHI und MPI, welche nach dem Putzen erhoben wurden, dargestellt.

Hinsichtlich der zweiten Fragestellung (Beschreibung des Zahnputzverhaltens) wurden die Zahnkontaktzeit, die Zeitdauer, in welcher die verschiedenen Putzbewegungen (horizontal, vertikal oder kreisend) durchgeführt wurden, das Ausmaß der erreichten Flächen bezüglich der Sextanten, die Anzahl vernachlässigter Sextanten sowie die Anzahl ausreichend lang geputzter Sextanten dargestellt.

Für diese beiden Fragestellungen wurden Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet und dargestellt, sofern die Normalverteilungsvoraussetzung erfüllt war. Andernfalls erfolgte die Analyse des Medians und der Interquartilabstände.

Zur Prüfung der dritten Fragestellung, nämlich welche Parameter des Zahnputzverhaltens mit der erreichten Plaquefreiheit in Verbindung gebracht werden können, wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt. In diese Analyse gingen als Prädiktoren die Putzbewegungen (Zeitdauer mit der horizontal, vertikal oder kreisend geputzt wurde; entspricht der gesamten Zahnkontaktzeit für Innen- und Außenflächen) sowie die Anzahl der Sextanten, die mindestens 7,5 Sekunden lang geputzt wurden, ein. Kriteriumsvariable war die nach Putzen verbliebene Plaque, die über den MPI erfasst wurde. Vor der Durchführung der Regressionsanalyse wurden in mehreren Schritten verschiedene Voraussetzungen geprüft und Voraussetzungsverletzungen korrigiert: Zur Bereinigung von Ausreißerwerten auf Seiten der Prädiktoren wurde eine Analyse von Hebelwerten nach Igo (2010) durchgeführt. Zur Bereinigung von Ausreißerwerten auf Seiten des Kriteriums erfolgte eine Analyse der studentisierten Residuen (Ausschluss von Werten  $> 2$ ). Eine Überprüfung auf Multikollinearität wurde über den Varianzinflationsfaktor ( $VIF > 5$ ) vorgenommen. Zudem wurde eine Prüfung auf Homoskedastizität und Normalverteilung der Residuen durch visuelle Inspektion der Streu- bzw. Histogramme der Residuen durchgeführt.

Die Regressionsanalyse wird in zwei Modellen dargestellt: a) unter Einschluss aller Prädiktoren sowie b) als schrittweise rückwärts durchgeführte Regression, bei der nur die Prädiktoren im Modell verbleiben, die signifikant zur Varianzaufklärung beitragen (Einschlusskriterium hier  $p < 0,1$ ). Die Analyse erfolgte dabei jeweils separat für die vestibulären und oralen Zahnflächen.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Beschreibung der Stichprobe

Insgesamt nahmen 90 Kinder an der Studie teil. Das durchschnittliche Alter zum Zeitpunkt der Untersuchungen lag bei 12 Jahren, da alle Kinder im Jahr 2003 geboren wurden. Tabelle 5 zeigt die Geschlechtsverteilung der Kinder, den Schulabschluss der Eltern und gibt Informationen zur Anzahl der Zähne der Kinder. Von den insgesamt 90 Kindern wiesen 41 Kinder mit einem bis zwölf Milchzähnen ein Mischgebiss aus Milch- und bleibenden Zähnen auf. Der DMFT lag bei 0,41 ( $\pm 0,88$ ) und der DMFS bei 0,5 ( $\pm 1,04$ ). Detaillierte Angaben zu den Zahn- und Flächenbefunden werden in Tabelle 6 angegeben.

**Tabelle 5:** Eigenschaften der Stichprobe (n = 90)

	Anzahl der Testpersonen
<b>Geschlecht</b>	
Weiblich	38
Männlich	52
<b>Schulabschluss der Eltern</b>	
Mindestens (Fach-)hochschulreife	67
Keine (Fach-)hochschulreife	21
Keine Angaben	2
<b>Anzahl Zähne</b>	<b>MW (Min/Max)</b>
Gesamt	24,67 (18/28)
Bleibende Zähne	22,55 (12/28)

MW: Mittelwert; Min: Minimum; Max: Maximum

**Tabelle 6:** Zahnbefund (DMFT\*) und Flächenbefund (DMFS\*) der Stichprobe (n = 90)

Zahnbefund	Anzahl der Testpersonen		
	0 Zähne	1-3 Zähne	> 3 Zähne
Kariös	83	6	1
Gefüllt	71	19	0
Aufgrund von Karies extrahiert	90	0	0
Hypomineralisiert	83	5	2
Durch Trauma geschädigt	82	8	0
Versiegelt	12	31	47
Flächenbefund	0 Flächen	1-3 Flächen	> 3 Flächen
Kariös	83	6	1
Gefüllt	71	18	1
Gefüllt mit Sekundärkaries	90	0	0
Hypomineralisiert	83	3	4
Durch Trauma geschädigt	82	7	1
Versiegelt	12	26	52

\*DMFS/DMFT: Internationaler Index für bleibende Zähne (D = Decayed, M = Missing, F = Filled; S = Surface, T = Tooth)

Die Plaquebesiedelung vor dem Putzen und die Blutungsneigung der Gingiva der Probanden sind in Tabelle 7 dargestellt. Die PBI-Werte wiesen keine Normalverteilung auf. Dies gilt für den Mittelwert sowie für den prozentualen Anteil blutender Stellen an allen Messstellen (alle  $p < .001$ ). Die Verteilungen waren dabei linkssteil und rechtsschief. Die MPI-Werte waren bis auf den Wert für die zervikale Fläche ebenfalls nicht normalverteilt (alle  $p < .05$ , MPI zervikal:  $p = 0,057$ ), sondern wiesen eine rechtssteile und linkschiefe Verteilung auf.

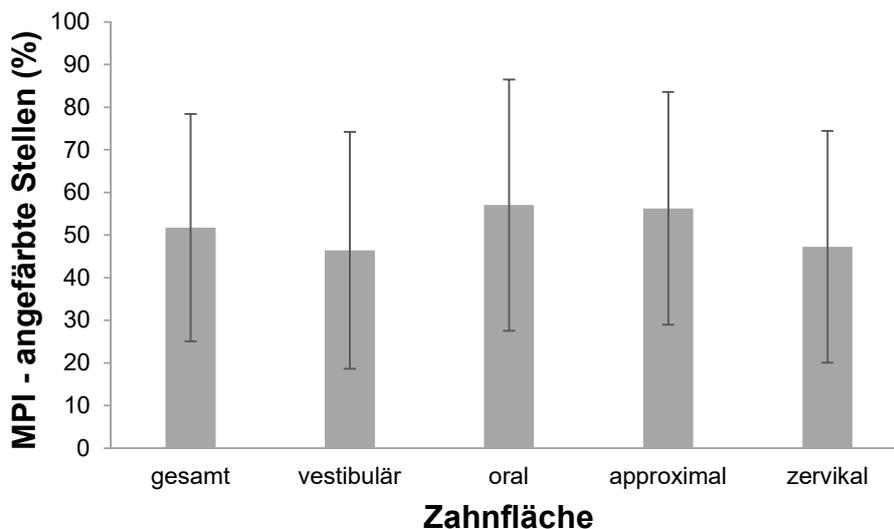
**Tabelle 7:** Plaquebesiedelung vor dem Putzen und PBI der Kinder

	Median (Q <sub>0,25</sub> /Q <sub>0,75</sub> ) [MW ± SD]*
<b>Gingivitis</b>	
PBI	0,12 (0,04/0,22)
% blutende Stellen	8,81 (3,81/16,09)
<b>MPI (% plaquebehafteter Stellen)</b>	
Gesamt	79,68 (55,01/99,21)
Vestibulär	89,02 (58,77/100)
Oral	81,25 (48,06/100)
Approximal	84,41 (62,33/100)
Zervikal	75,48 (44,51/98,42)
<b>TQHI</b>	
Gesamt	1,88 (1,19/2,43) [1,82 ± 0,67]
Vestibulär	2,10 (1,28/2,67) [2,03 ± 0,83]
Oral	1,67 (1,10/2,15) [1,62 ± 0,59]

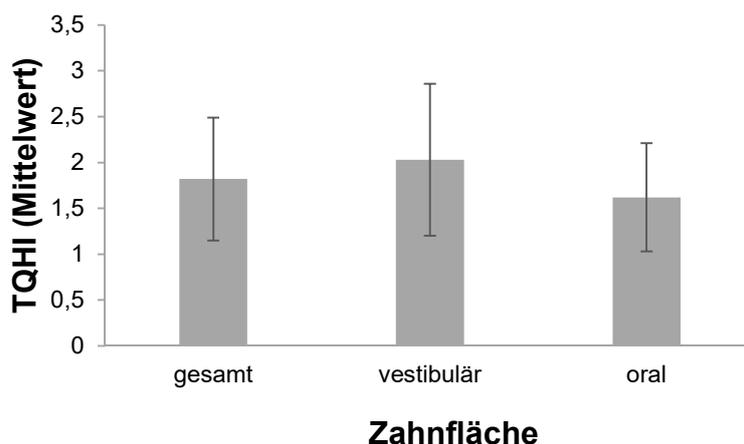
PBI: Papillen-Blutungs-Index; MPI: Marginaler Plaqueindex; TQHI: Plaque-Index nach Quigley und Hein modifiziert nach Turesky; Q: Quartil; \*sofern die Daten normalverteilt sind, wird in eckigen Klammern zusätzlich der Mittelwert ± Standardabweichung angegeben [MW ± SD]

### 3.2 Fragestellung 1: Ausmaß der Plaquefreiheit nach bestmöglichem Putzen

Im folgenden Abschnitt werden die Plaquewerte, welche unmittelbar nach dem Putzen erhoben wurden, dargestellt. Der Mittelwert des MPI gesamt lag bei 51,74 % ( $\pm 26,65$ ) und der des TQHI bei 1,82 ( $\pm 0,67$ ). Eine grafische Darstellung zur Veranschaulichung der nach Flächen und Bereichen differenzierten Werte erfolgt in den Abbildungen 3 und 4.



**Abbildung 3:** Mittelwerte und Standardabweichung der MPI-Werte (Marginaler Plaqueindex) nach dem Putzen aufgeteilt nach Zahnflächen und Gingivarandbereichen



**Abbildung 4:** Mittelwerte und Standardabweichung des TQHI (Plaque-Index nach Quigley und Hein modifiziert nach Turesky) nach dem Putzen aufgeteilt nach Zahnflächen

### 3.3 Fragestellung 2: Beschreibung der Verhaltensvariablen

Für die Auswertung der Verhaltensvariablen wurden von der Gesamtstichprobe sechs Kinder ausgeschlossen, da sie über fünf Prozent der Zahnkontaktzeit nicht beobachtbar waren (s. Abschnitt 2.5.3). Es gingen demzufolge die Verhaltensvariablen von 84 Kindern in die Verhaltensanalysen ein.

#### 3.3.1 Zahnkontaktzeit

Die Zahnkontaktzeit (MW  $\pm$  SD) betrug 201,64 Sekunden ( $\pm$  77). Abbildung 5 zeigt ein Histogramm mit der Häufigkeitsverteilung der Zahnkontaktzeit. Von den 84 Kindern putzten 11 (13,1 %) ihre Zähne kürzer als 120 Sekunden. Eine prozentuale Verteilung der Zahnkontaktzeit auf die Zahnflächen ergab, dass 42,36 % ( $\pm$  14,63) der Zeit okklusal, 41,41 % ( $\pm$  14,43) vestibulär und 16,23 % ( $\pm$  13,22) oral geputzt wurde. Die Verteilung der Zahnkontaktzeit auf die drei Zahnflächen zeigt Abbildung 6.

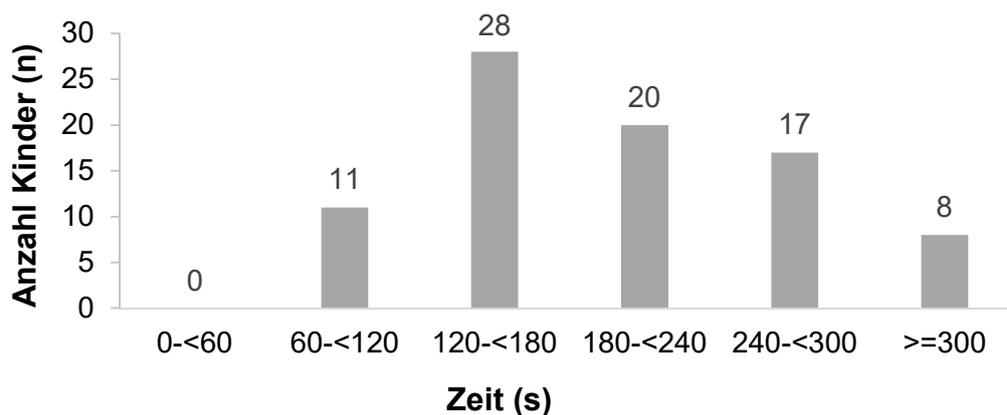


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung der Zahnkontaktzeit in 60-Sekunden-Schritten

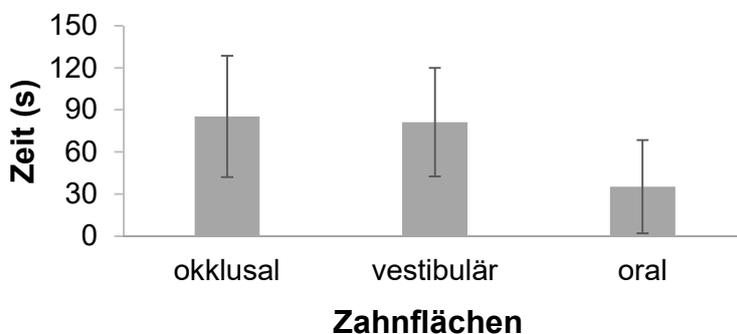
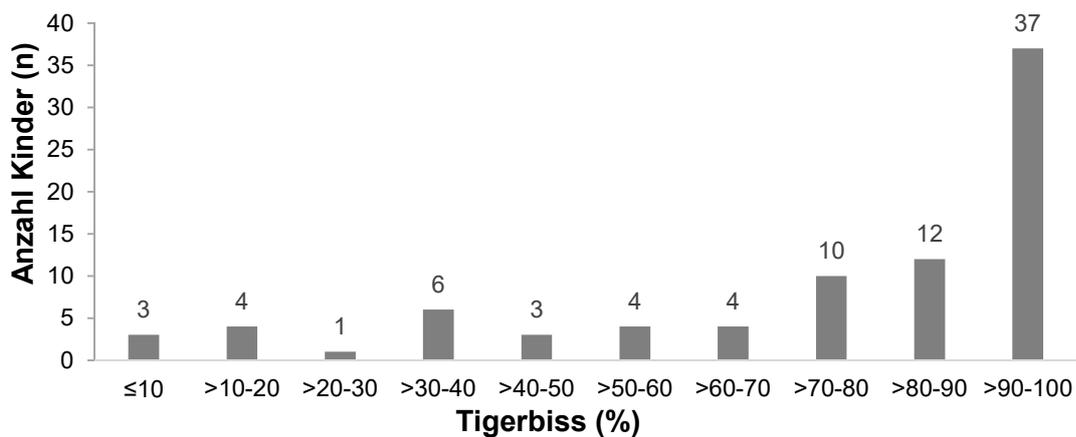
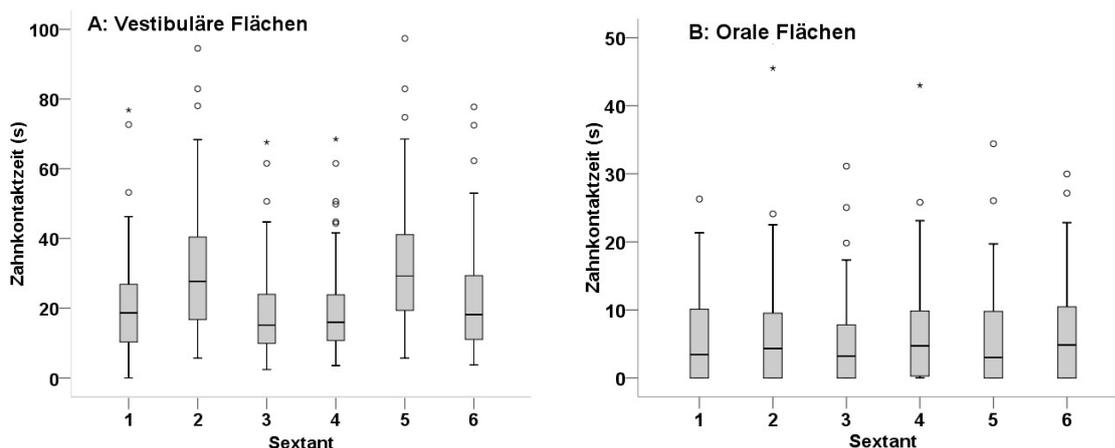


Abbildung 6: Verteilung der Zahnkontaktzeit auf die Flächen (Mittelwert und Standardabweichung)

Auf den vestibulären Flächen putzten 67 der 84 Kinder mindestens die Hälfte der Zeit mit geschlossenen Zahnreihen (Tigerbiss). Knapp 50 % der Kinder putzten mehr als 80 % der Zeit im Tigerbiss (s. Abbildung 7). Die im Tigerbiss geputzte Zeit wurde den vestibulären Flächen voll angerechnet. Abbildung 8 zeigt die Verteilung der Zahnkontaktzeit auf die Sextanten unterteilt nach vestibulär und oral in Form von Boxplots, da die Werte für die vestibulären Flächen der Sextanten 4 und 6 ( $p < 0,05$ ) sowie alle oralen Sextantenflächen ( $p < 0,01$ ) keine Normalverteilung aufwiesen.



**Abbildung 7:** Häufigkeitsverteilung über den Zeitanteil, der vestibulär im Tigerbiss (Ober- und Unterkiefer geschlossen) geputzt wurde

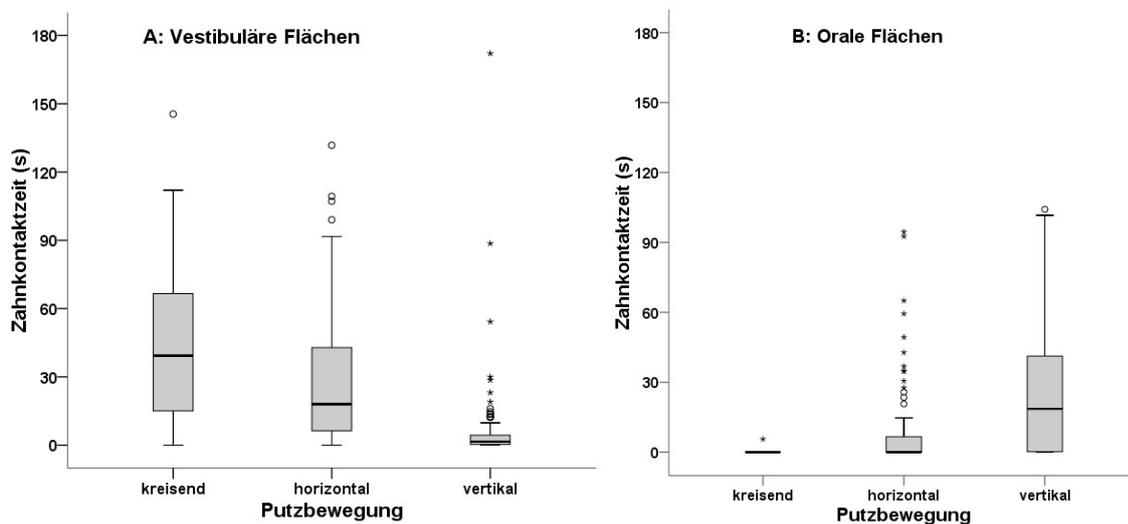


**Abbildung 8:** Verteilung der Zahnkontaktzeit (Sekunden) für die Sextanten separat für die vestibulären (A) und oralen (B) Flächen

Die Linie in der Mitte des Kastens zeigt den Median, die untere und obere Begrenzung geben das 25. und 75. Perzentil an. Die Whisker repräsentieren die höchsten bzw. niedrigsten Werte, die noch innerhalb der Grenzen für Ausreißerwerte liegen. Die Länge der Whisker beträgt maximal das 1,5-Fache des Interquartilabstandes. Kleine Kreise markieren Ausreißerwerte. Sternchen markieren Extremwerte.

### 3.3.2 Putzbewegungen

Die Darstellung der Zeitdauer, in welcher die jeweiligen Putzbewegungen auf den vestibulären bzw. oralen Flächen durchgeführt wurden, zeigt Abbildung 9. Die Darstellung erfolgte in Boxplots, da die Zeitdauer, in welcher mit horizontalen und vertikalen Bewegungen (alle  $p < 0,02$ ) geputzt wurde, nicht normalverteilt war. Auch bei den oralen Flächen war die Zeitdauer für die horizontalen und vertikalen Bewegungen nicht normalverteilt (alle  $p < 0,01$ ). Kreisende Bewegungen wurden auf den oralen Flächen nur von einem Kind durchgeführt. Die Basstechnik wurde von keinem Kind angewendet.

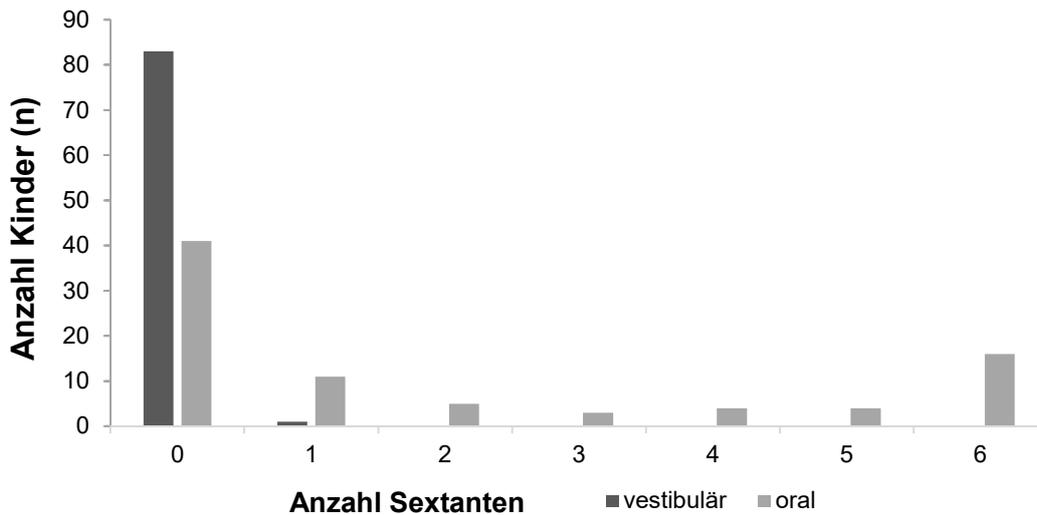


**Abbildung 9:** Verteilung der Zahnkontaktzeit, in welcher die verschiedenen Putzbewegungen ausgeführt wurden separat für die vestibulären (A) und oralen (B) Flächen

Die Linie in der Mitte des Kastens zeigt den Median, die untere und obere Begrenzung geben das 25. und 75. Perzentil an. Die Whisker repräsentieren die höchsten bzw. niedrigsten Werte, die noch innerhalb der Grenzen für Ausreißerwerte liegen. Die Länge der Whisker beträgt maximal das 1,5-Fache des Interquartilabstandes. Kleine Kreise markieren Ausreißerwerte. Sternchen markieren Extremwerte.

### 3.3.3 Anzahl vernachlässigter Sextanten

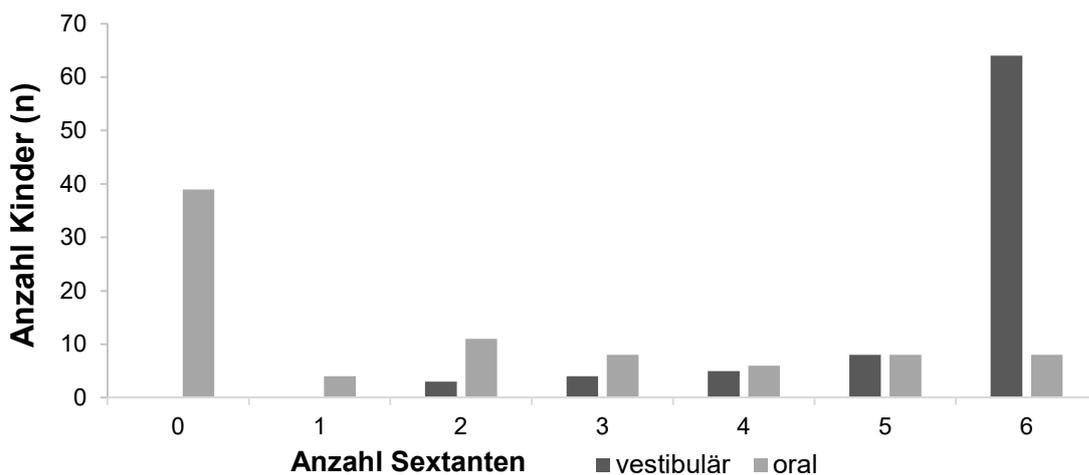
Vestibulär vernachlässigte nur ein Kind einen Sextanten. 41 Kinder putzten oral keinen Sextanten kürzer als eine Sekunde und 16 Kinder vernachlässigten oral alle Sextanten. Der Median für die vernachlässigten Sextanten lag vestibulär bei 0 (0/0) und oral bei 1 (0/4). Eine Häufigkeitenverteilung der vernachlässigten Sextanten für die vestibulären und oralen Flächen wird in Abbildung 10 dargestellt.



**Abbildung 10:** Anzahl Kinder, die 0-6 Sextanten vestibulär/oral für max. 1 Sekunde geputzt haben

### 3.3.4 Anzahl ausreichend lang geputzter Sextanten

Insgesamt putzten 8 Kinder (9,5 %) alle Sextanten für mindestens 7,5 Sekunden sowohl von vestibulär als auch von oral. Der Median (Interquartilsabstand) für die Anzahl ausreichend lang geputzter Sextanten lag vestibulär bei 6 (6/6) und oral bei 1 (0/4). In Abbildung 11 sind die Häufigkeiten in der Verteilung dargestellt.



**Abbildung 11:** Anzahl Kinder, die 0-6 Sextanten vestibulär/oral für  $\geq 7,5$  s geputzt haben

### **3.4 Fragestellung 3: Zusammenhang der Zahnputzparameter mit Plaquefreiheit nach bestmöglichem Putzen**

Die Analysen, inwieweit Aspekte des Zahnputzverhaltens die Plaquefreiheit nach dem Putzen vorhersagen können, wurden entsprechend den Vorgaben des Zahnputz-Zauberliedes für die vestibulären und oralen Flächen separat berechnet. Für die oralen Flächen wurden die Kinder ausgeschlossen, die oral überhaupt nicht putzten ( $n = 16$ ). Die jeweilige finale Stichprobe (nach Ausschluss von Ausreißerwerten (s. Abschnitt 2.6)) betrug für die vestibulären Flächen  $n = 73$  und für die oralen Flächen  $n = 60$ .

Das Regressionsmodell für die vestibulären Flächen erwies sich als signifikant hinsichtlich der Varianzaufklärung des MPI durch die Verhaltensparameter [Methode „Rückwärts“:  $F(1/72) = 28,967$ ;  $p < .0001$ ;  $R^2 = 0,29$ ; korr.  $R^2 = 0,28$ ] undklärte 28 % der Varianz im MPI nach dem Putzen auf. Signifikanter Prädiktor war dabei allein die Dauer der kreisenden Bewegungen. Das Regressionsmodell für die oralen Zahnflächen erwies sich hinsichtlich der Varianzaufklärung als nicht signifikant. Keiner der einbezogenen Verhaltensparameter zeigte einen Zusammenhang mit dem MPI. Tabelle 8 fasst die Ergebnisse der Regressionsanalysen jeweils für die vestibulären und oralen Flächen (Methode „Einschluss“ und „Rückwärts“) zusammen.

**Tabelle 8:** Prädiktion des MPI durch Verhaltensparameter: Ergebnisse der Regressionsanalysen jeweils für vestibuläre und orale Zahnflächen (nach Ausschluss von Ausreißerwerten)

Methode	Prädiktoren	Flächen und p-Wert			
		vestibulär	p	oral	p
Einschluss		R <sup>2</sup> = 0,31 korrR <sup>2</sup> = 0,26	< 0,001	R <sup>2</sup> = 0,04 korrR <sup>2</sup> = -0,01	0,534
		β-Koeffizienten			
	Kreisende Bewegungen	-0,610	< 0,001	./. <sup>1</sup>	-
	Horizontale Bewegungen	-0,143	0,243	-0,020	0,929
	Vertikale Bewegungen	0,021	0,840	-0,383	0,355
	≥ 7,5 s geputzte Sextanten <sup>2</sup>	0,018	0,869	0,312	0,401
Rückwärts <sup>3</sup>		R <sup>2</sup> = 0,29 korrR <sup>2</sup> = 0,28		R <sup>2</sup> = 0,00 korrR <sup>2</sup> = 0,00	
		β-Koeffizienten			
	Kreisende Bewegungen	-0,538	< 0,001	-	-
	Horizontale Bewegungen	-	-	-	-
	Vertikale Bewegungen	-	-	-	-
	≥ 7,5 s geputzte Sextanten <sup>2</sup>	-	-	-	-

Kriteriumsvariable: Marginaler Plaqueindex (MPI) vestibulär bzw. oral; <sup>1</sup>nur n = 1 Kind zeigte an oralen Flächen kreisende Bewegungen, daher wurde diese Variable nicht als Prädiktor in die Gleichung aufgenommen; <sup>2</sup>Anzahl vestibulärer bzw. oraler Flächen der Sextanten, welche mind. 7,5 Sekunden geputzt wurden; <sup>3</sup>Prädiktoren, die nicht wesentlich mehr zu Varianzaufklärung beitragen (p ≥ 0,1), wurden aus Modell ausgeschlossen

## 4 Diskussion

Zu Beginn der folgenden Diskussion sollen vorab noch einmal kurz das Ziel und die Fragestellungen der vorliegenden Arbeit zusammengefasst werden.

Die häusliche Mundhygiene spielt eine zentrale Rolle in der Prävention von plaque-assoziierten Erkrankungen. Den Ergebnissen der aktuellen Deutschen Mundgesundheitsstudien zufolge ist die Gingivitisprävalenz bei 12-Jährigen hoch, obwohl einiges zur Prävention getan wird (s. Abschnitt 1.1.3). Ein wichtiges Ziel der in Deutschland flächendeckend durchgeführten Gruppenprophylaxe bis zum 12. Lebensjahr ist das Erlernen einer effektiven Mundhygiene. Bisherige Studien zeigten jedoch, dass junge und ältere Erwachsene bei der Herstellung von Plaquefreiheit bis dato wenig erfolgreich zu sein scheinen, obgleich sie aufgefordert wurden, so gründlich wie möglich zu putzen (Harnacke et al. 2012a; Harnacke et al. 2012b; Harnacke et al. 2015; Deinzer et al. 2016; Deinzer et al. 2018a; Ebel et al. 2019; Petker et al. 2019b). Aus verschiedenen Gründen weiß man zu Kindern indes weniger. Zum einen wurde in älteren Studien zum Zahnputzverhalten bei Kindern das Putzverhalten nicht immer systematisch erfasst, nicht immer Plaqueindizes nach dem Putzen erhoben bzw. nicht alle Zähne bei der Plaquemessung berücksichtigt. Zum anderen wurden die Kinder nie aufgefordert „so gründlich wie möglich“ zu putzen, um damit die Fähigkeit zu prüfen, inwieweit die Kinder tatsächlich in der Lage sind, Plaquefreiheit zu erlangen (z. B. Macgregor & Rugg-Gunn 1979a; Macgregor et al. 1986; Honkala et al. 2007; Sandström et al. 2011; Pujar und Subbareddy 2013). Hier setzt nun die vorliegende Studie an und untersucht folgende Fragestellungen: Wie effektiv putzen 12-jährige Kinder ihre Zähne, d. h. inwieweit erreichen sie Plaquefreiheit, wenn sie bestmöglich putzen? Des Weiteren werden die Fragestellungen untersucht, wie sich das Zahnputzverhalten von 12-jährigen Kindern beschreiben lässt und welche Parameter ihres Zahnputzverhaltens das Ausmaß an Plaquefreiheit vorhersagen.

Die Kinder der vorliegenden Studie partizipierten bis zum 12. Lebensjahr an der Gruppenprophylaxe der Stadt Marburg. Ein Schwerpunkt in diesem Prophylaxemodell ist die Vermittlung der KAI-Systematik anhand des Zahnputz-Zauberliedes (Zahnputz-Zauberlied). Die Kinder lernen, in welcher Reihenfolge sie ihre Zähne putzen und welche Putzbewegungen auf den jeweiligen Zahnflächen ausgeführt werden sollen. Durch die Putzinstruktionen im Zahnputz-Zauberlied werden alle Zahnflächen berücksichtigt und

insgesamt doppelt so viel Zeit für das Putzen der oralen wie für das Putzen der vestibulären Zahnflächen verwendet (s. Abschnitt 2.5.3.1).

In den folgenden Abschnitten soll zunächst eine Einordnung der Stichprobe bezüglich repräsentativer Untersuchungen erfolgen, bevor die Fragestellungen beantwortet und diskutiert werden. Es wird auf die Limitierungen der Studie eingegangen und aufgezeigt, welche zukünftigen Forschungsaufgaben aus den Ergebnissen resultieren sowie welche Schlussfolgerungen sich daraus für die Praxis ergeben.

#### **4.1 Einordnung der Stichprobe**

Hinsichtlich der Kariesprävalenz liegt die Stichprobe mit den 12-jährigen Marburger Kindern mit einem DMFT-Wert von 0,4 leicht unter dem Gesamtdurchschnitt der DMS V mit einem DMFT-Wert von 0,5 (Schiffner 2016). Bereits in anderen epidemiologischen Studien wurde beobachtet, dass ein hoher sozioökonomischer Status sich positiv auf die Zahngesundheit von Kindern auswirkt (Pieper 2009). Berücksichtigt man nun den Sozialstatus der Kinder, der durch den Bildungsabschluss der Eltern erhoben wurde, so kann ergänzt werden, dass in der DMS V für Kinder mit einem hohen Sozialstatus ein DMFT von 0,3 berechnet wurde. Der Anteil dieser Kinder in der DMS V lag bei einem Drittel. Indes lag der DMFT bei Kindern mit einem niedrigen Sozialstatus (ebenfalls anteilig ein Drittel) bei 0,7 (Schiffner 2016). In der vorliegenden Studie gaben mehr als zwei Drittel der Eltern als Bildungsabschluss mindestens die Fachhochschulreife an. Der große Anteil von Kindern mit einem hohen Sozialstatus lässt vermuten, dass die Stichprobe vor allem die Kinder ihrer Altersklasse untersucht, von denen besonders gute Ergebnisse erwartet werden können (s. a. Abschnitt 4.5).

Die Gingivitisprävalenz der Marburger Stichprobe kommt den Daten der DMS V (Hoffmann und Kocher 2016) sehr nahe. Insgesamt haben viele Kinder, wenn auch bei insgesamt relativ gering ausgeprägtem mittlerem PBI, mindestens eine blutende Stelle und damit Anzeichen für eine Gingivitis. Dies unterstreicht die Relevanz für Forschungen zu diesem Thema.

#### **4.2 Beantwortung der Fragestellung 1: Ausmaß der Plaquefreiheit nach bestmöglichem Putzen**

Die vorliegende Studie befasst sich zunächst mit der Frage, in welchem Ausmaß den 12-jährigen Marburger Kindern die Herstellung von Plaquefreiheit gelingt, wenn sie aufgefordert werden, bestmöglich zu putzen. Tatsächlich gelingt den Kindern die

Herstellung von Plaquefreiheit nur unvollständig. Ungefähr die Hälfte der Gingivaränder bleibt plaquebedeckt. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Zahnputzstudien in anderen Altersgruppen (Harnacke et al. 2012a; 2012b; 2015; Deinzer et al. 2016; Ebel et al. 2019; Petker et al. 2019b).

Offensichtlich haben auch die Kinder große Schwierigkeiten, Plaque speziell am Gingivarand zu entfernen, wobei gerade diese Plaque verantwortlich für Gingivitis und parodontale Erkrankungen ist. Bedenkt man, dass die Kinder nach der Instruktion „so gut wie möglich“, insgesamt sehr lange putzen (s. a. 4.3), scheint mangelnde Motivation eher nicht das Problem zu sein. Zunächst wird daher in diesem Abschnitt das erreichte Ausmaß der Plaquefreiheit differenzierter erläutert, bevor im nächsten Abschnitt das Zahnputzverhalten genauer betrachtet wird. Mittels des MPI, der die Plaque am Gingivarand differenziert misst, konnte das Ausmaß der Plaquefreiheit am Gingivarand sehr genau dargestellt werden.

Ein Blick auf frühere Studien der Arbeitsgruppe um Deinzer zu jungen und älteren Erwachsenen zeigt, dass nach dem Putzen 70 bis 83 % der Gingivarandsegmente noch plaquebesiedelt waren (Harnacke et al. 2012a; Harnacke et al. 2012b; Harnacke et al. 2015; Deinzer et al. 2016; Ebel et al. 2019). In einer Stichprobe von Studierenden wurden mit ca. 40 % plaquebedeckten Stellen nach dem Putzen etwas geringere Werte festgestellt (Petker et al. 2019b). Anders verhält es sich bei Testpersonen mit zahnmedizinischem Hintergrund. Hier zeigten sich tatsächlich deutlich weniger Stellen mit Plaque nach dem Putzen. Ein Großteil dieser Testpersonen (ca. 75 %) erreichte Plaquefreiheit an fast 90 % der Stellen (Deinzer et al. 2018b; Petker et al. 2019b). Ein Vergleich der Kinder aus der vorliegenden Studie mit diesen Gruppen ist allein aufgrund der Altersunterschiede zwischen den Testpersonen schwierig. Jedoch scheinen die 12-jährigen Kinder, die gerade die Gruppenprophylaxe abgeschlossen haben, mit etwas über 50 % ein etwas besseres Ergebnis erreicht zu haben als die Erwachsenen. Andere aussagekräftige Studien zu Kindern gibt es, wie bereits erwähnt, bisher nicht.

Eine differenziertere, flächenbezogene Betrachtung des MPI zeigt, dass das Erreichen von Plaquefreiheit wie in vielen anderen Studien bei Erwachsenen an vestibulären Flächen besser gelingt als an oralen Flächen. Mögliche Erklärungsansätze hierfür liefert die Analyse der Verhaltensparameter (s. Abschnitt 4.3). Auch verbleibt approximal mehr Plaque als zervikal. Dies könnte der Tatsache geschuldet sein, dass die Approximalräume nicht mit zusätzlichen Hilfsmitteln wie Zahnseide oder Zahnzwischenraumbürsten gereinigt wurden. Die approximalen Flächen, die der MPI neben anderen Flächen misst,

werden zwar mit der Zahnbürste erreicht, jedoch ist vorstellbar, dass weitere Hilfsmittel zu einem besseren Ergebnis führen könnten, wenn diese Flächen eine zusätzliche mechanische Reinigung erfahren. Eine eigenständige Approximalraumhygiene wird indes von 12-Jährigen aufgrund des Verletzungsrisikos bei Falschanwendung noch nicht erwartet (Bundesverband der Kinderzahnärzte, 2014). Hier wären womöglich die Eltern gefragt, diese Form der Mundhygiene zu übernehmen, bis die Kinder selbst dazu in der Lage sind. Auch junge Erwachsene konnten mit ihren Fertigkeiten bezüglich der Approximalraumhygiene nicht überzeugen (Winterfeld et al. 2015; Deinzer et al. 2018a). Es zeigte sich, dass nur wenige Testpersonen überhaupt Approximalraumhygiene durchführten und kaum jemand die Anwendung von Zahnseide adäquat beherrschte. Im Vergleich dazu gaben in der Studie, die zahnmedizinische Fachkräfte untersuchte, über 90 % der Testpersonen an, während der Untersuchung Hilfsmittel zur Zahnzwischenraumpflege genutzt zu haben und dies auch zu Hause regelmäßig zu tun. Wie oben bereits erwähnt, erreichte ein Großteil dieser Testpersonen Plaquefreiheit an ca. 90 % der Gingivarandstellen (Deinzer et al. 2018b). Dies könnte darauf hinweisen, dass die konsequente Umsetzung von Approximalraumhygiene tatsächlich zu einem größeren Ausmaß von Plaquefreiheit führt.

Insgesamt sind die Schwachstellen bei den 12-Jährigen ähnlich wie in anderen Altersgruppen. Offensichtlich reichen die Fertigkeiten nicht aus, um eine zufriedenstellende Plaquefreiheit herzustellen. Im nächsten Abschnitt werden nun die Ergebnisse zu dem gezeigten Zahnputzverhalten diskutiert.

#### **4.3 Beantwortung der Fragestellung 2: Beschreibung der Verhaltensvariablen**

Wie bereits erwähnt putzen die Kinder ihre Zähne mit einer durchschnittlichen Zahnkontaktzeit von deutlich über drei Minuten insgesamt sehr lange. Bei früheren Beobachtungsstudien lagen die Putzzeiten von Kindern mit 49 bis 109 Sekunden deutlich unter zwei Minuten (Macgregor und Rugg-Gunn 1979b; Honkala et al. 2007; Martignon et al. 2012; Rossi et al. 2016; Sandström et al. 2011; Pujar und Subbareddy 2013). Allerdings wurden die Kinder in keiner der genannten Studien explizit instruiert, nach bestem Vermögen zu putzen und somit wurde auch nicht ihre Fähigkeit Plaquefreiheit herzustellen untersucht. Ein angemessener Vergleich mit Kindern einer ähnlichen Altersklasse ist daher eher schwierig. So liefert ein erster Kohortenvergleich Hinweise

darauf, dass die Putzdauer unter der Instruktion „bestmöglich“ deutlich länger ist als unter der Instruktion „wie gewöhnlich“ (Deinzer et al., 2018a).

Nach dem Zahnputz-Zauberlied, das die Kinder aus der Gruppenprophylaxe kennen, werden zum Putzen aller Zahnflächen insgesamt rund 100 Sekunden benötigt. Offenbar sind Kinder in diesem Alter nach expliziter Aufforderung „bestmöglich zu putzen“ zumindest sehr motiviert und in der Lage doppelt so lang zu putzen wie erwartet. Leider gelingt es den Kindern dabei nicht die lange Zahnkontaktzeit gleichmäßig auf alle Zahnflächen zu verteilen, obwohl im Zahnputz-Zauberlied alle Zahnflächen bedacht werden und der Zeitaufwand für die oralen Flächen sogar am größten ist. Tatsächlich vernachlässigen (Zahnkontaktzeit maximal 1 s) mehr als die Hälfte der in die Putzverhaltensanalyse eingegangenen Kinder beim Putzen der oralen Zahnflächen mindestens einen Sextanten. 16 Kinder vernachlässigen sogar alle oralen Flächen. Hinsichtlich der vestibulären Flächen ist dies nur bei einem Kind bei einem Sextant der Fall. Nur wenige Kinder putzen alle Sextanten ausreichend lang (mindestens 7,5 s) vestibulär und oral. Ähnliche Beobachtungen wurden auch in früheren Studien bei Kindern gemacht, die instruiert wurden „wie gewöhnlich“ zu putzen: Nur 2 % der Putzzeit wurde oral geputzt bzw. nur ein Fünftel der Kinder putzte überhaupt oral (Rugg-Gunn und Macgregor 1978; Martignon et al. 2012). Auch in den Erwachsenenstudien zum Putzvermögen wurden die vestibulären Flächen deutlich länger geputzt als die oralen Flächen (Rugg-Gunn und Macgregor 1978; Martignon et al. 2012; Harnacke et al. 2015; Deinzer et al. 2018a; Ebel et al. 2019; Petker et al. 2019b). Es stellt sich nun die Frage, wie es zu dieser massiven Vernachlässigung der oralen Zahnflächen kommt. Im Zahnputz-Zauberlied (Zahnputz-Zauberlied), welches die Basis der Zahnputzinstruktionen für die vorliegende Stichprobe bildet, wird in der dritten Strophe doppelt so viel Zeit für das Putzen der oralen Flächen verwendet wie für das Putzen der vestibulären Flächen (s. Tabelle 3). In der vorliegenden Studie verhalten sich die Kinder genau entgegengesetzt. Eine mögliche Erklärung wäre die mangelnde visuelle Einsicht bzw. Kontrolle dieser Zahnflächen, da diese beim Blick in den Spiegel nicht oder nur teilweise zu sehen sind. Hierfür spricht auch die Verteilung der Zahnkontaktzeit auf die einzelnen Sextanten (s. Abbildung 8): Die beiden am besten sichtbaren vestibulären Flächen der Frontzahnsextanten (Sextant 2 und 5) werden jeweils deutlich länger geputzt als die weniger sichtbaren vestibulären Flächen der Seitenzähne. Diese Beobachtungen machten auch Rugg-Gunn und Macgregor (1978) und Martignon et al. (2012) bei kleinen Kindern.

Eine weitere Erklärung stellt eine erhöhte motorische Anforderung an die Kinder dar, da auf den oralen Flächen nicht nur einfach kreisende oder horizontale Bewegungen durchgeführt werden können, sondern auswischende, vertikale Bewegungen aus dem Handgelenk erforderlich sind. Zudem ist mehr Geduld gefragt, da die Zahnreihen des Ober- und Unterkiefers jeweils einzeln geputzt werden müssen. Der erleichternde Schluss- oder Tigerbiss, der das zeitgleiche Putzen der vestibulären Flächen im Ober- und Unterkiefer ermöglicht, ist an den oralen Flächen nicht möglich. Die durch das Zahnputz-Zauberlied erlernte KAI-Systematik könnte auch eine Rolle spielen, da die anspruchsvollsten Flächen (Innenflächen) erst in der letzten Strophe an der Reihe sind, wenn die Aufmerksamkeit möglicherweise schon herabgesetzt ist. Es wäre folglich zu überlegen, ob eine andere Systematik (z. B. zuerst die Innenflächen) wie auch Rateitschak es empfiehlt (Wolf et al. 2012) zu einem besseren Putzergebnis führen würde. In jedem Fall sollte in den Zahnputzinstruktionen ein viel größerer Fokus auf die oralen Flächen gelegt werden.

Betrachtet man die Putzbewegungen der 12-jährigen Marburger Kinder müssen die vestibulären und oralen Flächen zwingend getrennt analysiert werden, da für diese Flächen im Zahnputz-Zauberlied unterschiedliche Bewegungen gelehrt werden (s. Abschnitt 2.5.3.1). Auf den vestibulären Flächen dominieren bei der vorliegenden Stichprobe überwiegend kreisende Bewegungen, es werden aber auch horizontale Bewegungen durchgeführt. Mit dem Zahnputz-Zauberlied werden in der zweiten Strophe vestibulär ausschließlich kreisende Bewegungen vermittelt. In der ersten Strophe sollen die Kauflächen mit horizontalen Bewegungen („hin und her“) geputzt werden. Eventuell wird diese Bewegung von einigen Kindern von hier übernommen, weil diese zuerst geputzt werden. Eine weitere Erklärung wäre, dass horizontale Bewegungen motorisch leichter ausführbar sind als kreisende Bewegungen.

Auf den oralen Zahnflächen führen die Kinder in dieser Studie vor allem vertikale Bewegungen durch, was den Empfehlungen des Zahnputz-Zauberliedes entspricht. Für diese Altersgruppe gibt es in der Literatur bisher keine vergleichbaren Studien. Bei den 18-Jährigen beobachteten Winterfeld et al. (2015), dass die Bewegungen in Abhängigkeit von der zu reinigenden Fläche durchgeführt werden (vestibulär kreisend und oral vertikal) und somit Hinweise auf die korrekte Umsetzung der Empfehlungen geben. Welche der gezeigten Verhaltensweisen mit der erreichten Plaquefreiheit in Verbindung gebracht werden können, soll in der Beantwortung der dritten Fragestellung diskutiert werden.

#### **4.4 Beantwortung der Fragestellung 3: Zusammenhang der Zahnputzparameter mit Plaquefreiheit nach bestmöglichem Putzen**

Zur Beantwortung der dritten Fragestellung wurde wiederum eine Differenzierung der vestibulären und oralen Flächen vorgenommen.

Für die vestibulären Flächen zeigen sich in der Regressionsanalyse allein kreisende Putzbewegungen als signifikante Prädiktoren hinsichtlich der Varianzaufklärung des MPI. In einer früheren Studie bei 13-Jährigen wurde festgestellt, dass die Putzdauer am ehesten mit einem erfolgreichen Putzergebnis einhergeht (Honkala et al. 1986). Diese Studie kann jedoch nicht als Vergleich für die vorliegende Studie herangezogen werden, da die Kinder nicht zu bestmöglichem Putzen aufgefordert wurden und zudem jeweils nur die vestibulären Flächen bis zum ersten Molaren beurteilt wurden. Im Vergleich zu ähnlichen Studien bei Erwachsenen aus dem gleichen Institut liegt die erklärte Varianz bei der vorliegenden Stichprobe mit 28 % sogar höher (Harnacke et al. 2015; Ebel et al. 2019; Petker et al. 2019b). Auch in den genannten Studien trug die Dauer mit der an vestibulären Flächen mit kreisenden Bewegungen geputzt wurde zur Varianzaufklärung bei. Da genau diese Bewegungen in den Zahnputzinstruktionen für die vestibulären Flächen vermittelt werden, unterstützen die Ergebnisse die Relevanz dieser Bewegungsinstruktion, um Plaquefreiheit am vestibulärem Gingivarand zu erreichen. Allerdings bleibt auch eine beachtliche Menge der Varianz des MPI unerklärt.

Die für die oralen Zahnflächen durchgeführte Regressionsanalyse kann anhand der eingehenden Verhaltensparameter keine Varianz des MPI aufklären. Zu einem großen Teil liegt dies daran, dass die Kinder insgesamt wenig Zeit damit verbrachten die oralen Zahnflächen zu putzen. Um Zusammenhänge der Verhaltensparameter mit der Plaquebesiedelung auf diesen Flächen aufzudecken, müssten insgesamt mehr Kinder die oralen Flächen aller Sextanten für einen längeren Zeitraum putzen.

Als weitere mögliche Gründe für die fehlende Varianzaufklärung, die vestibulären und oralen Zahnflächen betreffend, können Verhaltensparameter angesehen werden, die in der vorliegenden Beobachtungsstudie nicht berücksichtigt wurden. Als Beispiele kommen der ausgeübte Bürstdruck (s. Abschnitt 4.5) sowie die Approximalraumhygiene (Slot et al. 2008) in Frage. Außerdem kann auch die Kenntnis über die Grenzen der Videoanalyse Erklärungen liefern. Die genaue Ortsbestimmung des Bürstenkopfes im Bezug zum Gingivarand lässt die Videoanalyse nicht zu, da dieser u. a. von den Wangen, den Lippen und bei den oralen Flächen zudem von der Zunge und von den Zähnen selbst verdeckt wird. Es stellt sich folglich die Frage, ob der Gingivarand überhaupt erreicht

wird. Bedenkt man, dass die Kinder bei geschlossenen Zahnreihen die vestibulären Flächen des Ober- und Unterkiefers zeitgleich putzen, kann man sich vorstellen, dass die Borsten bei zu kleinen Kreisen möglicherweise nicht die gesamte Zahnfläche erreichen, sondern sich hauptsächlich im Bereich der Zahnkrone befinden. Möglich wäre selbstverständlich auch bei zu großen Kreisen (die Kreisgröße wird nicht genau instruiert) ein Verfehlen des Gingivarandes.

#### **4.5 Schlussfolgerungen und Limitierungen**

Die vorliegende Beobachtungsstudie ist die erste Studie, welche videobasiert die Zahnputzfertigkeiten von 12-jährigen Kindern anhand von Plaquemessungen nach bestmöglichem Zähneputzen so detailliert beschreibt und zudem prüft welche Verhaltensparameter das Putzergebnis am besten vorhersagen. Obwohl die Beobachtungsstudie eine große Stichprobe umfasst, unterliegt sie auch einigen Limitierungen. Viele Kinder reagierten nicht auf die Anschreiben oder lehnten eine Teilnahme ab. Letztendlich wurden alle 12-jährigen Marburger Kinder der vorliegenden Adressliste angeschrieben, um eine ausreichende Stichprobengröße zu erreichen. Durch dieses Vorgehen entstand eine selektive Stichprobe, die letztendlich nicht als repräsentativ für Marburg angesehen werden kann.

Es ist anzunehmen, dass sich vor allem Kinder mit einem hohen Interesse an ihrer Mundhygiene und guten Zahnputzfertigkeiten gemeldet haben, wohingegen Kinder, die meinen, schlechte Zähne zu haben, möglicherweise lieber nicht teilnehmen wollten. Das würde dafürsprechen, dass die Ergebnisse eher eine zu gute Darstellung der Fähigkeiten abbilden.

Die vorliegende Stichprobe untersucht nur die Marburger Kinder, die ein sehr gut geregeltes Prophylaxeprogramm erfahren. In anderen Regionen in Deutschland werden andere Konzepte angewandt, sodass es hier Unterschiede bezüglich des vermittelten Wissens und der Art der Zahnputzinstruktionen geben kann. Daher können die Zusammenhänge zwischen den Instruktionen, dem Putzverhalten und dem Putzergebnis nicht für Kinder in anderen Regionen verallgemeinert werden. Hier sind zukünftig weiterführende Untersuchungen notwendig.

Obwohl die Zahnputzinstruktionen durch das Zahnputz-Zauberlied gut standardisiert und auf einige Empfehlungen abgestimmt sind (Born et al. 2007; Thumeyer und Splieth 2010), gibt es bisher keine wissenschaftlichen Beweise, die diese Empfehlungen untermauern. Zukünftige Untersuchungen sollten der Frage nachgehen, welche

Empfehlungen und Instruktionen die besten Putzergebnisse hervorbringen. Die vorliegende Beobachtungsstudie bietet hierfür bereits erste Anhaltspunkte, da sie aufdeckt, welches Verhalten gut und erfolgreich umgesetzt wird und welcher Teil der Instruktionen offensichtlich mit Umsetzungsschwierigkeiten einhergeht.

Einige Verhaltensparameter wurden in der vorliegenden Beobachtungsstudie nicht untersucht. Hierzu gehören der Bürstdruck und die Approximalraumhygiene. In einer Studie zeigten van der Weijden et al. (1998), dass sich eine Erhöhung des Bürstdruckes bis zu einem bestimmten Punkt (2-3 Newton) positiv auf die Plaquefreiheit auswirkte. Zukünftige Studien sollten diesen Verhaltensparameter berücksichtigen und den von den Testpersonen ausgeübten Bürstdruck messen. Voraussetzung hierfür ist ein geeignetes Messinstrument. Eine Einbeziehung der Approximalraumhygiene in die Analyse war wie bereits erwähnt nicht sinnvoll, da diese weder in den Zahnputzinstruktionen im Rahmen der Gruppenprophylaxe vermittelt wurden noch erwartet wird, dass 12-jährige Kinder diese eigenständig durchführen (s. a. Abschnitt 4.2). Hier müssten zunächst Veränderungen im Prophylaxeprogramm herbeigeführt bzw. die Eltern einbezogen werden, bevor dies untersucht werden kann.

#### **4.6 Erkenntnisfortschritt und Ausblick auf zukünftige Forschungsaufgaben**

Aus verschiedenen Studien (Harnacke et al. 2012b; Deinzer et al. 2018a; Ebel et al. 2019; Harnacke et al. 2015) ist bereits bekannt, dass junge Erwachsene ihre Zähne nicht ausreichend effektiv putzen, ausgenommen sie haben einen zahnmedizinischen Hintergrund (Deinzer et al. 2018b). Es verwundert daher nicht, dass die Gingivitis- und Parodontitisprävalenz in der deutschen Bevölkerung hoch ist. Die vorliegende Beobachtungsstudie untersucht 12-jährige Kinder um herauszufinden, wie gut diese direkt nach der Gruppenprophylaxe ihre Zähne putzen und ob sich Zusammenhänge zwischen Verhaltensparametern und dem Putzerfolg finden lassen. Darauf basierend kann über mögliche Verbesserungsvorschläge im Bereich der Prävention nachgedacht werden. Die Klärung der ersten Fragestellung zeigt, dass auch den 12-jährigen Kindern die Herstellung von Plaquefreiheit am Gingivarand schwerfällt, da nach dem Putzen noch die Hälfte der Gingivaränder plaquebedeckt ist. Dabei findet sich approximal mehr Plaque als zervikal. Durch die Beantwortung der zweiten Fragestellung wurde deutlich, dass ein Fokus der Instruktion auf das Putzen der oralen Flächen zu legen ist. Zwar putzen die Kinder insgesamt sehr lange, aber ihnen gelingt keine gleichmäßige Verteilung dieser Zahnkontaktzeit auf alle Zahnflächen. Im Gegenteil: Die oralen Zahnflächen werden

erheblich vernachlässigt. Auch zeigt sich eine Tendenz, die visuell sichtbaren vestibulären Frontzahnflächen länger zu putzen als die Seitenzähne. In Summe zeigen sich große Unterschiede zwischen den vestibulären und oralen Flächen. Bezüglich der Frage nach Zusammenhängen zwischen Verhaltensparametern und dem Putzerfolg können kreisende Putzbewegungen 28 % der Varianz für die vestibulären Flächen aufklären. Es werden jedoch auch kaum andere Bewegungen durchgeführt. Für die oralen Zahnflächen lassen sich keine Parameter finden. Es ist jedoch naheliegend, dass nicht geputzte Flächen auch nicht plaquefrei sein können.

Angesichts der Tatsache, dass die Kinder in der Gruppenprophylaxe und durch Unterstützung des Zahnputz-Zauberliedes gelernt haben sollten ihre Zähne effektiv zu putzen, zeigt sich ein deutlicher Handlungsbedarf hinsichtlich der Verbesserung der Präventionsmaßnahmen.

Im Folgenden werden mögliche Verbesserungsvorschläge für den Inhalt des Prophylaxeprogramms vorgestellt. Allem voran muss mehr Bewusstsein für alle Zahnflächen geschaffen werden. Der Schwerpunkt sollte auf den vernachlässigten Zähnen und Zahnflächen liegen, die nicht direkt im Spiegel sichtbar sind, d. h. die posterioren Seitenzähne und die oralen Zahnflächen. Das scheint nicht ganz einfach zu sein, denn obwohl im Zahnputz-Zauberlied schon mehr Zeit für die oralen Flächen verwendet wird, hat dies keinen Einfluss auf die Umsetzung durch die Kinder. Die Frage ist: Wie kann mehr Aufmerksamkeit auf die vernachlässigten Flächen gelenkt werden? Ein Ansatz wäre, die Reihenfolge der zu putzenden Zahnflächen so zu verändern, dass zunächst die Innenflächen und die Seitenzähne geputzt werden und zuletzt die Frontzähne und die Kauflächen. Eine weitere Möglichkeit könnte das Sichtbarmachen der Plaque durch Plaqueindikatoren, die den Kindern im Spiegel gezeigt wird, darstellen. Aufgrund der visuellen Rückmeldung kann hierbei eine hohe Effektivität erwartet werden. Durch ein Anheben der Zunge und leichtes Drehen des Kopfes ist dies auch bezüglich der oralen Flächen im Unterkiefer möglich. Für die oralen Flächen des Oberkiefers beim Blick in den Spiegel sind anatomische Grenzen gesetzt. Hierfür müsste ein Handspiegel zu Hilfe genommen werden, um bei den Kindern zumindest in der Übungssituation ein Bewusstsein für diese Flächen zu schaffen. Allerdings ist dieses Vorgehen sehr zeitaufwändig, da hier dem einzelnen Kind sehr viel Aufmerksamkeit gewidmet werden muss. Dennoch wird dies teilweise mittels Schulaktionen z. B. durch das Team des Arbeitskreises für Jugendzahnpflege in Gießen auch schon umgesetzt (red Redaktion 2018).

Mit dem Hintergrundwissen, dass Gingivitis und Parodontitis vor allem durch am Gingivarand verbliebene Plaque entsteht, ist der Fokus auf den Gingivarand ein weiterer wichtiger Schritt. Obwohl die Kinder viel Zeit mit dem (kreisenden) Putzen der vestibulären Flächen verbringen, wird der Gingivarand nicht sauber. Auch hier wäre denkbar, durch Wissensvermittlung über die Entstehung der Gingivitis und Visualisieren mehr Bewusstsein für den Gingivarand zu schaffen. Die Frage ist hier, ob die reine Wissensvermittlung schon helfen kann oder ob eine andere Zahnputztechnik mehr erreichen kann. In der Wissenschaft besteht noch Unsicherheit u. a. hinsichtlich der bestgeeigneten Putztechnik (Muller-Bolla et al. 2011; Rajwani et al. 2020) und somit steht die Evidenz zur Beantwortung dieser Frage noch aus.

Auch die Frage, inwiefern eine Integration der Themen „Approximalraumhygiene“ und „Praktische Anwendung von Zahnseide und/oder Interdentalbürstchen“ in die Gruppenprophylaxe bei 12-Jährigen den Putzerfolg steigern kann, sollte geklärt werden. Dies setzt allerdings das Einbinden der Eltern voraus (s. a. 4.2).

Ein weiterer Faktor, der sich auf das Erlernen der Zahnputzfertigkeiten auswirken könnte, ist die Häufigkeit der Zahnputzinstruktionen. Die Gruppenprophylaxe endet laut SGB V mit dem 12. Lebensjahr und findet in Marburg bis dahin zweimal (bis viermal) jährlich statt. Dabei ist nicht bekannt wie intensiv das Einhalten der Reihenfolge und Putzbewegungen zu Hause durch die Kinder geübt werden. Vielleicht ist zur Verinnerlichung der Zahnputzfertigkeiten eine deutlich höhere Frequenz der Zahnputzinstruktionen sinnvoll, da innerhalb eines halben Jahres viel vergessen wird oder in der alltäglichen Routine verloren geht. Dies bietet zukünftigen Forschungsfragen Raum: Würde eine Erhöhung der Anzahl der Zahnputzinstruktionen sich positiv auf das Zahnputzverhalten auswirken?

Gespräche mit den Marburger Prophylaxeteams ergaben, dass sich die Umsetzung der praktischen Zahnputzinstruktionen nach der 4. Klasse deutlich schwieriger gestaltet, weil sich die Kinder in dem Alter nicht mehr so leicht motivieren lassen in der Gruppe zu putzen. Nach der 4. Klasse bekommen Kinder aber noch neue Zähne (z. B. 12-Jahr-Molaren) und sollten lernen, diesen schwer erreichbaren Zähnen beim Putzen viel Aufmerksamkeit zu schenken. Es wäre interessant zu erfahren, wie effektiv Kinder nach der 4. Klasse noch vor der zweiten Zahnwechselphase (10. bis 12. Lebensjahr) und vor Beginn der Pubertät ihre Zähne putzen.

Alle zuvor genannten Punkte betreffend spielt auch die Funktion der Eltern bei der Entwicklung der Zahnputzfertigkeiten eine tragende Rolle. Sie sind es, die ihr Kind (in

der Regel) täglich sehen, an das Zähneputzen erinnern und zumindest bis zur zweiten Klasse durch Nachputzen noch aktiv in den Zahnputzvorgang involviert sein sollten. Die KAI plus Systematik bzw. das Zahnputz-Zauberlied beinhaltet durch das „plus“ bereits das Nachputzen durch die Eltern („Jetzt ist meine Mama/kommt noch mein Papa dran, fängt bei mir zu putzen an“, Zahnputz-Zauberlied). Es ist denkbar, dass die Elternarbeit noch intensiviert werden kann. Zukünftige Untersuchungen sollten die Rolle der Eltern beim Zähneputzen untersuchen, um herauszufinden, inwiefern eine intensivere Einbindung der Eltern sich positiv auf die Entwicklung der Zahnputzfertigkeiten auswirken kann.

Nach Zusammenfassung der bisherigen Erkenntnisse lässt sich feststellen, dass die Gruppenprophylaxe v. a. hinsichtlich Kariesprävalenz in jedem Fall sinnvoll ist und sicherlich auch ein besseres Bewusstsein für die Mundhygiene schaffen konnte. Jedoch mangelt es bisher an Untersuchungen über die Effektivität bzw. den Erfolg der Mundhygieneinstruktionen. Die Erkenntnisse aus der vorliegenden Beobachtungsstudie zeigen, dass nicht alles umgesetzt wird, was vermittelt wurde. Vor allem die Reinigung des Gingivarandes und der oralen Zahnflächen scheint eine Herausforderung zu sein und zeigt einen deutlichen Verbesserungsbedarf auf.

## 5 Zusammenfassung

Die häusliche Mundhygiene hat eine hohe Bedeutung für die Aufrechterhaltung der oralen und systemischen Gesundheit. Die hohe Gingivitis- und Parodontitisprävalenz in Deutschland weist auf einen großen Handlungsbedarf hin. Bei Erwachsenen verbleibt unmittelbar nach dem Putzen noch sehr viel Plaque am Gingivarand. Kinder betreffend waren bisher keine Rückschlüsse auf ihre tatsächlichen Zahnputzfertigkeiten möglich. Diese Fertigkeiten anhand von Plaquemessungen nach bestmöglichem Putzen zu prüfen, war eines der Ziele der vorliegenden Arbeit. Ein weiteres Ziel bestand darin, das Putzverhalten von Kindern zu beschreiben und zu prüfen, welche Verhaltensaspekte das Putzergebnis am besten vorhersagen.

Testpersonen waren 12-jährige Marburger Kinder ( $n = 90$ ) am Ende der Gruppenprophylaxe nach § 21, SGB V. Die Kinder wurden aufgefordert ihre Zähne so gründlich wie möglich zu putzen. Dabei wurde ihr Putzverhalten auf Video aufgenommen. Direkt nach dem Putzvorgang wurde die auf den Zähnen verbliebene Plaque gemessen. Es erfolgte eine Analyse der Videos ( $n = 84$ ) hinsichtlich verschiedener Verhaltensparameter des Zähneputzens wie Zahnkontaktzeit (ZKZ), erreichte Flächen, ZKZ in Sextanten und Putzbewegungen. Der Zusammenhang dieser Parameter mit dem Ausmaß der Plaquefreiheit nach bestmöglichem Putzen wurde mittels einer Regressionsanalyse analysiert.

Nach bestmöglichem Putzen waren bei den Kindern etwas über 50 % der Gingivaränder noch mit Plaque bedeckt. Die Kinder putzen ihre Zähne durchschnittlich über drei Minuten. Allerdings gelang ihnen keine gleichmäßige Verteilung der Zahnkontaktzeit auf alle Flächen. Die oralen Flächen wurden stark vernachlässigt. Für die vestibulären Flächen waren kreisende Putzbewegungen signifikante Prädiktoren für die Zusammenhänge zwischen den Verhaltensparametern und dem Putzerfolg und klärten 28 % der Varianz auf. Für die oralen Flächen ließen sich keine Prädiktoren finden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Beobachtungsstudie weisen darauf hin, dass Kinder zwar ausdauernd ihre Zähne putzen, jedoch nicht über ausreichende Fertigkeiten verfügen, um Plaque effektiv zu entfernen. Um diese Fertigkeiten zu verbessern, erscheint es notwendig, den Fokus vor allem auf die Reinigung des Gingivarandes und der oralen Zahnflächen zu richten. Die Gruppenprophylaxe bietet hierfür eine gute Grundlage.

## 6 Summary

Daily oral hygiene is of high importance for the maintenance of oral and systemic health. The high prevalence of periodontal diseases in Germany imply that strong action is required. Looking at adults, a high amount of plaque remains on the gingival margin right after tooth brushing, implying actions aiming at improving tooth brushing skills may be desirable. With regard to children, no data was available that would allow drawing conclusions concerning the tooth brushing competence of younger age groups. One of the aims of the present study was to analyse the tooth brushing skills of children asked to brush the best of their abilities. Another aim was to describe the brushing skills in order to monitor which skills are the best predictors for the brushing result.

Participants were 12-year-old children born in Marburg (n = 90) who had just attended in the group prevention program (§ 21, SGB V). They were asked to brush their teeth to the best of their abilities while being recorded on camera. Afterwards, the amount of plaque remaining on the children's teeth was measured. A video analysis was carried out (n = 84) regarding several parameters of tooth brushing behaviour such as tooth contact time, surfaces reached, tooth contact time in sextants and brushing moves. The link of these parameters with the degree of oral cleanliness after brushing was analysed by regression analysis.

After brushing to the best of their abilities, plaque was still found on more than 50 % of the gingival margins. The participants brushed more than three minutes on average. However, they did not distribute tooth contact time equally across the different surfaces. The oral surfaces were neglected by the majority. For the vestibular surfaces, circling movements were the most significant predictors for overall oral cleanliness and explained 28 % of the variance. No predictors were found for oral surfaces.

The results of this study suggest that children are able to brush their teeth perseveringly but that they are not able to remove plaque effectively. In order to improve their skills it appears to be necessary to increase the focus on brushing the gingival margins and the oral surfaces. The group prevention program offers a valid framework for this kind of action.

## 7 Abkürzungsverzeichnis

Az.	Aktenzeichen
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
DAJ	Deutsche Arbeitsgemeinschaft Jugendzahnpflege
d. h.	das heißt
DMFT	Decayed Missing Filled Teeth
DMFS	Decayed Missing Filled Surface
DM	Diabetes Mellitus
DMS	Deutsche Mundgesundheitsstudie
i. d. R.	in der Regel
JLU	Justus-Liebig-Universität Gießen
KAI	Kauflächen-Außenflächen-Innenflächen (Putztechnik)
MPI	Marginaler Plaqueindex
MZD	Multizentrische Dokumentation
n	Größe der Stichprobe
PBI	Papillen-Blutungs-Index
PC	Personal Computer
resp.	respektive
s.	siehe
s. a./ o./ u.	siehe auch/ oben/ unten
SGB	Sozialgesetzbuch
TQHI	Plaque-Index nach Quigley und Hein modifiziert nach Turesky
u. a.	unter anderem
v. a.	vor allem
z. B.	zum Beispiel
ZKZ	Zahnkontaktzeit

### Personenabkürzungen

CF	Can Firsatbul
GF	Ghassan Falouji
JW	Julia Weber
LH	Lisa Hassebrauck
OC	Oliver Cordes
TS	Tilmann Seifert

## 8 Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Flussdiagramm des Rekrutierungsablaufes.....	19
<b>Abbildung 2:</b> Beispiel einer grafischen Auswertung eines Putzvorgangs eines Kindes hinsichtlich der Verhaltenskategorien (Zahnkontaktzeit, erreichte Flächen, erreichte Sextanten (einzeln und im Tigerbiss geputzt) sowie den Putzbewegungen) .....	26
<b>Abbildung 3:</b> Mittelwerte und Standardabweichung der MPI-Werte (Marginaler Plaqueindex) nach dem Putzen aufgeteilt nach Zahnflächen und Gingivarandbereichen.....	36
<b>Abbildung 4:</b> Mittelwerte und Standardabweichung des TQHI (Plaque-Index nach Quigley und Hein modifiziert nach Turesky) nach dem Putzen aufgeteilt nach Zahnflächen.....	36
<b>Abbildung 5:</b> Häufigkeitsverteilung der Zahnkontaktzeit in 60-Sekunden-Schritten.....	37
<b>Abbildung 6:</b> Verteilung der Zahnkontaktzeit auf die Flächen (Mittelwert und Standardabweichung) .....	37
<b>Abbildung 7:</b> Häufigkeitsverteilung über den Zeitanteil, der vestibulär im Tigerbiss (Ober- und Unterkiefer geschlossen) geputzt wurde .....	38
<b>Abbildung 8:</b> Verteilung der Zahnkontaktzeit (Sekunden) für die Sextanten separat für die vestibulären (A) und oralen (B) Flächen.....	38
<b>Abbildung 9:</b> Verteilung der Zahnkontaktzeit, in welcher die verschiedenen Putzbewegungen ausgeführt wurden separat für die vestibulären (A) und oralen (B) Flächen .....	39
<b>Abbildung 10:</b> Anzahl Kinder, die 0-6 Sextanten vestibulär/oral für max. 1 s geputzt haben...	40
<b>Abbildung 11:</b> Anzahl Kinder, die 0-6 Sextanten vestibulär/oral für $\geq 7,5$ s geputzt haben.....	40

## 9 Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Grade des Plaque-Index nach Quigley & Hein (TQHI) .....	25
<b>Tabelle 2:</b> Grade des Papillenblutungsindex (PBI) .....	25
<b>Tabelle 3:</b> Übersicht über Inhalt und Zeitaufwand des Zahnputz-Zauberliedes.....	28
<b>Tabelle 4:</b> Aufteilung der Zähne in Sextanten.....	30
<b>Tabelle 5:</b> Eigenschaften der Stichprobe (n = 90) .....	33
<b>Tabelle 6:</b> Zahnbefund (DMFT*) und Flächenbefund (DMFS*) der Stichprobe (n = 90).....	34
<b>Tabelle 7:</b> Plaquebesiedelung vor dem Putzen und PBI der Kinder.....	35
<b>Tabelle 8:</b> Prädiktion des MPI durch Verhaltensparameter: Ergebnisse der Regressionsanalysen jeweils für vestibuläre und orale Zahnflächen (nach Ausschluss von Ausreißerwerten).....	42

## 10 Literaturverzeichnis

- 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.
- Bergmann-Krauss, B.; Micheelis, W. (2000): Leitfaden der Bundeszahnärztekammer. Förderung der Mundgesundheit durch Gruppenprophylaxe. Hg. v. Bundeszahnärztekammer. Online verfügbar unter <https://docplayer.org/4993387-Foerderung-der-mundgesundheit.html>, zuletzt geprüft am 26.01.2021.
- Born, C.; Buschmann, C.; Dürr, K.-G.; Fiedler, S.; Freund, U.; Heinen, A. et al. (2007): Mein Kindergarten will Zähne putzen. Tipps, Informationen und Hilfen für Patenschaftszahnarzt-Teams, Prophylaxekräfte und Erzieherinnen. Hg. v. Landesarbeitsgemeinschaft Jugendzahnpflege in Hessen (LAGH). Online verfügbar unter <https://www.yumpu.com/de/document/view/5093439/mein-kindergarten-will-zahne-putzen-2007-lagh-3>, zuletzt geprüft am 26.01.2021.
- Bundesausschuss der Zahnärzte und Krankenkassen (2004): Richtlinien des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen über Maßnahmen zur Verhütung von Zahnerkrankungen (Individualprophylaxe). Hg. v. Gemeinsamer Bundesausschuss. Online verfügbar unter [https://www.g-ba.de/downloads/62-492-10/2003-06-04\\_IP-RL.pdf](https://www.g-ba.de/downloads/62-492-10/2003-06-04_IP-RL.pdf), zuletzt geprüft am 26.01.2021.
- Bundesverband der Kinderzahnärzte: Zahnpflege - Gewusst wie. Hg. v. Bundesverband der Kinderzahnärzte. Online verfügbar unter [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 26.01.2021.
- 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 / American Dental Hygienists' Association* 83 (3), S. 111–116.
- Daalderop, L. A.; Wieland, B. V.; Tomsin, K.; Reyes, L.; Kramer, B. W.; Vanterpool, S. F.; Been, J. V. (2018): Periodontal Disease and Pregnancy Outcomes: Overview of Systematic Reviews. In: *JDR clinical and translational research* 3 (1), S. 10–27. DOI: 10.1177/2380084417731097.
- 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.; 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 (1), S. 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.; 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.; Micheelis, W.; Granrath, N.; Hoffmann, T. (2008): Parodontitisrelevantes Wissen in der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland – Ergebnisse einer Repräsentativerhebung. In: *IDZ Information* 1 (1), S. 1–27.

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 Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege e. V. (2013): FAQ - Was Eltern häufig wissen möchten. Wie soll mein Kind sich die Zähne putzen? Hg. v. DAJ. Online verfügbar unter <https://www.daj.de/FAQ.9.0.html>, zuletzt geprüft am 19.04.2019.

Deutsche Arbeitsgemeinschaft Jugendzahnpflege e.V. (2000): Grundsätze für Maßnahmen zur Förderung der Mundgesundheit im Rahmen der Gruppenprophylaxe nach § 21 SGB V. Hg. v. Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege e. V. Online verfügbar unter <http://www.daj.de/Grundsätze.49.0.html>, zuletzt geprüft am 26.01.2021.

Dörfer, C. E.; Schiffner, U.; Staehle, H. J. (2007): Häusliche mechanische Zahn- und Mundpflege. Wissenschaftliche Stellungnahme der DGZMK. In: *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 62 (09), S. 616–620.

Ebel, S.; Blättermann, H.; Weik, U.; Margraf-Stiksrud, J.; Deinzer, R. (2019): High Plaque Levels after Thorough Toothbrushing: What Impedes Efficacy? In: *JDR Clinical & Translational Research* 4 (2), S. 135–142. DOI: 10.1177/2380084418813310.

Eickholz, P. (2009): Parodontal geschädigte Zähne! - Wie lange geht das gut? In: *Parodontologie* 20 (3), S. 225–236.

Ganss, C.; Schlueter, N.; Preiss, S.; Klimek, J. (2009): Tooth brushing habits in uninstructed adults - frequency, technique, duration and force. In: *Clin Oral Investig* 13 (2), S. 203–208. DOI: 10.1007/s00784-008-0230-8.

Harnacke, D.; Beldoch, M.; Bohn, G.-H.; Seghaoui, O.; Hegel, N.; Deinzer, R. (2012a): Oral and written instruction of oral hygiene: a randomized trial. In: *J. Periodontol.* 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: *J. Periodontol.* 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 60 Tabellen. 6., überarb. Aufl. Köln: Dt. Ärzte-Verl.

- Hoffmann, T. (2006): Parodontalerkrankungen. In: W. Micheelis, U. Schiffner und T. Hoffmann (Hg.): Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Neue Ergebnisse zu oralen Erkrankungsprävalenzen, Risikogruppen und zum zahnärztlichen Versorgungsgrad in Deutschland 2005. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV (Materialienreihe / Institut der Deutschen Zahnärzte, Bd. 31), 185–199; 229-240; 266-289.
- Hoffmann, T.; Kocher, T. (2016): Parodontalerkrankungen. In: Institut der Deutschen Zahnärzte (Hg.): Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Unter Mitarbeit von A. R. Jordan und W. Micheelis. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV (Materialienreihe / Institut der Deutschen Zahnärzte, 35), S. 269–276.
- Holmstrup, P.; Damgaard, C.; Olsen, I.; Klinge, B.; Flyvbjerg, A.; Nielsen, C. H.; Hansen, P. R. (2017): Comorbidity of periodontal disease: two sides of the same coin? An introduction for the clinician. In: *Journal of oral microbiology* 9 (1), S. 1332710. DOI: 10.1080/20002297.2017.1332710.
- Honkala, E. (1984): Frequency, pattern and duration of habitual toothbrushing in children. In: *The Journal of Pedodontics* 8, 367-376.
- Honkala, E.; Nyyssönen, V.; Knuutila, M.; Markkanen, H. (1986): Effectiveness of children's habitual toothbrushing. In: *J Clin Periodontol* 13, S. 81–85.
- Honkala, S.; Honkala, E.; Al-Sahli, N. (2007): Do life- or school-satisfaction and self-esteem indicators explain the oral hygiene habits of schoolchildren? In: *Community dentistry and oral epidemiology* 35 (5), S. 337–347. DOI: 10.1111/j.1600-0528.2006.00326.x.
- Horstkotte, D. (1999): Wissenschaftliche Stellungnahme der DGZMK - Zahnärztliche Eingriffe und Endokarditis-Prophylaxe. Hg. v. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK). Online verfügbar unter [https://secure.owidi.de/documents/10165/1935870/Zahnaerztliche\\_Eingriffe\\_und\\_Endokarditis-\\_Prophylaxe.pdf/79a017fc-4b44-492b-9a74-416453ae5f47](https://secure.owidi.de/documents/10165/1935870/Zahnaerztliche_Eingriffe_und_Endokarditis-_Prophylaxe.pdf/79a017fc-4b44-492b-9a74-416453ae5f47), zuletzt geprüft am 26.01.2021.
- Institut der Deutschen Zahnärzte (Hg.) (2016): Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Unter Mitarbeit von A. R. Jordan und W. Micheelis. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV (Materialienreihe / Institut der Deutschen Zahnärzte, 35).
- Kolenbrander, P. E.; Palmer, R. J.; Periasamy, S.; Jakobovics, 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.
- 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.
- Löe, H. (2000): Oral hygiene in the prevention of caries and periodontal disease. In: *International dental journal* 50 (3), S. 129–139. DOI: 10.1111/j.1875-595X.2000.tb00553.x.
- Löe, H.; Theilade, Else; Jensen, S. (1965): Experimental gingivitis in man. In: *The Journal of periodontology* 36, S. 177–187. DOI: 10.1902/jop.1965.36.3.177.
- 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. DOI: 10.1016/0300-5712(79)90160-X.

- Macgregor, I. D.; Rugg-Gunn, A. J. (1979b): Survey of toothbrushing duration in 85 uninstructed English schoolchildren. In: *Community dentistry and oral epidemiology* 7 (5), S. 297–298. DOI: 10.1111/j.1600-0528.1979.tb01235.x.
- 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.
- Marsh, P. D. (1994): Microbial ecology of dental plaque and its significance in health and disease. In: *Advances in Dental Research* 8 (2), S. 263–271.
- 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.
- Martignon, S.; Gonzalez, M. C.; Tellez, M.; Guzman, A.; Quintero, I. K.; Saenz, 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.
- Mealey, B. L.; Oates, T. W. (2006): Diabetes mellitus and periodontal diseases. In: *Journal of periodontology* 77 (8), S. 1289–1303. DOI: 10.1902/jop.2006.050459.
- Micheelis, W.; Geyer, S. (2016): Prävalenzen und Strukturen mundgesundheitslicher Risikofaktoren in den vier untersuchten Altersgruppen. In: Institut der Deutschen Zahnärzte (Hg.): Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Unter Mitarbeit von A. R. Jordan und W. Micheelis. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV (Materialienreihe / Institut der Deutschen Zahnärzte, 35), S. 195–212.
- Micheelis, W.; Schiffner, U.; Hoffmann, T. (Hg.) (2006): Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Neue Ergebnisse zu oralen Erkrankungsprävalenzen, Risikogruppen und zum zahnärztlichen Versorgungsgrad in Deutschland 2005. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV (Materialienreihe / Institut der Deutschen Zahnärzte, Bd. 31).
- Muller-Bolla, M.; Courson, F.; Manière-Ezvan, A.; Viargues, P. (2011): Toothbrushing: which methods to use? In: *Rev. Odont. Stomat.* 40, S. 239–260. DOI: 10.3290/j.ohpd.a30602.
- Page, R. C.; Kornman, K. S. (1997): The pathogenesis of human periodontitis: an introduction. In: *Periodontology 2000* (14), S. 9–11.
- Petker, W. (2019a): Mundhygienefertigkeiten und –verhalten bei habituellen Nutzern einer elektrischen Zahnbürste. Justus-Liebig-Universität, Gießen. Institut für Medizinische Psychologie.
- Petker, W.; Weik, U.; Margraf-Stiksrud, J.; Deinzer, R. (2019b): Oral cleanliness in daily users of powered vs. manual toothbrushes - a cross-sectional study. In: *BMC oral health* 19 (1), S. 96. DOI: 10.1186/s12903-019-0790-9.
- Pieper, K. (2009): Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2009 - Gutachten der DAJ. Online verfügbar unter [http://www.daj.de/fileadmin/user\\_upload/PDF\\_Downloads/Studie\\_Korrektur.pdf](http://www.daj.de/fileadmin/user_upload/PDF_Downloads/Studie_Korrektur.pdf), zuletzt geprüft am 26.01.2021.
- Pieper, K.; Momeni, A. (2006): Grundlagen der Kariesprophylaxe bei Kindern. In: *Deutsches Ärzteblatt* 103 (15), S. 1003–1010.

- 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.
- Rajwani, A. R.; Hawes, S. N. D.; To, A.; Quaranta, A.; Rincon Aguilar, J. C. (2020): Effectiveness of Manual Toothbrushing Techniques on Plaque and Gingivitis: A Systematic Review. In: *Oral health & preventive dentistry* 18 (1), S. 843–854. DOI: 10.3290/j.ohpd.a45354.
- red Redaktion (2018): Zähneputzen ist nicht schwer. In: *Gießener Allgemeine* 2018, 14.05.2018. Online verfügbar unter <https://www.giessener-allgemeine.de/kreis-giessen/lollar-ort848775/zaehneputzen-nicht-schwer-11887090.html>, zuletzt geprüft am 02.02.2020.
- Rossi, G. N.; Sorazabal, A. L.; Salgado, P. A.; Squassi, A. F.; Klemonsksis, G. L. (2016): Toothbrushing procedure in schoolchildren with no previous formal instruction: Variables associated to dental biofilm removal. In: *Acta odontologica latinoamericana: AOL* 29 (1), S. 82–89.
- 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. DOI: 10.1111/j.1600-0765.1978.tb00193.x.
- Rugg-Gunn, A. J.; Macgregor, I. D.; Edgar, W. M.; Ferguson, M. W. (1979): Toothbrushing behaviour in relation to plaque and gingivitis in adolescent schoolchildren. In: *Journal of Periodontal Research* 14 (3), S. 231–238. DOI: 10.1016/0300-5712(79)90177-5.
- Sandström, A.; Cressey, J.; Steckslen-Blicks, C. (2011): Tooth-brushing behaviour in 6-12 year olds. In: *International journal of paediatric dentistry / the British Paedodontic Society [and] the International Association of Dentistry for Children* 21 (1), S. 43–49. DOI: 10.1111/j.1365-263X.2010.01080.x.
- Saxer, U. P.; Mühlemann, H. R. (1975): Motivation and education. In: *Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde* 85 (9), S. 905–919.
- Schiffner, U. (2006): Zahnkaries. In: W. Micheelis, U. Schiffner und T. Hoffmann (Hg.): Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Neue Ergebnisse zu oralen Erkrankungsprävalenzen, Risikogruppen und zum zahnärztlichen Versorgungsgrad in Deutschland 2005. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV (Materialienreihe / Institut der Deutschen Zahnärzte, Bd. 31), S. 155–184.
- Schiffner, U. (2016): Karies, Erosionen, Molaren-Inzisiven-Hypomineralisationen. In: Institut der Deutschen Zahnärzte (Hg.): Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Unter Mitarbeit von A. R. Jordan und W. Micheelis. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV (Materialienreihe / Institut der Deutschen Zahnärzte, 35), S. 231–268.
- Slot, D. E.; Dörfer, C. E.; Van der Weijden, G A (2008): The efficacy of interdental brushes on plaque and parameters of periodontal inflammation: a systematic review. In: *International journal of dental hygiene* 6 (4), S. 253–264. DOI: 10.1111/j.1601-5037.2008.00330.x.
- Socransky, S. S.; Haffajee, A. D. (2005): Periodontal microbial ecology. In: *Periodontology* 2000 38, S. 135–187.
- Thomas, R. Z.; Loos, B. G.; Teeuw, W.; Kunnen, A.; van Winkelhoff, A. J.; Abbas, F. (2015): Parodontitis en systemische ziekten - van wetenschap naar praktijk. In: *Nederlands tijdschrift voor tandheelkunde* 122 (10), S. 542–548. DOI: 10.5177/ntvt.2015.10.15134.

Thumeyer, A.; Pfeifer, M. (2010): Zahnputz-Zauberlied. Kinder üben die KAI plus Systematik und Eltern putzen Kinderzähne sauber. CD: Verein für Zahnhygiene e.V. Online verfügbar unter <https://daj.de/Zahnputz-Zauberlied.54+M5da0410b390.0.html>, zuletzt geprüft am 09.07.2019.

Thumeyer, A.; Splieth, Ch. H. (2010): Individuelle Prophylaxe plus Gruppenprophylaxe für eine optimale orale Gesundheit. In: *Quintessenz Journals* 61 (9), S. 1031–1038.

Tonetti, M. S.; Eickholz, P.; Loos, B. G.; Papapanou, P.; van der Velden, U.; Armitage, G. et al. (2015): Principles in prevention of periodontal diseases: Consensus report of group 1 of the 11th European Workshop on Periodontology on effective prevention of periodontal and peri-implant diseases. In: *Journal of clinical periodontology* 42 Suppl 16, S5-11. DOI: 10.1111/jcpe.12368.

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.

van der Weijden, G. A.; Timmerman, M. F.; Danser, M. M.; van der Velden, U. (1998): Relationship between the plaque removal efficacy of a manual toothbrush and brushing force. In: *Journal of clinical periodontology* 25 (5), S. 413–416. DOI: 10.1111/j.1600-051x.1998.tb02464.x.

Winterfeld, T. (2014): Toothbrushing and flossing habits in young adults: A video-based observational study. Justus-Liebig-Universität, Gießen. Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Präventive Zahnheilkunde.

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.

Wolf, H. F.; Rateitschak, K. H.; Rateitschak-Plüss, E. M.; Schroeder, H. E. (2012): Parodontologie. 3., vollst. überarb. und erw. Aufl., kart. Sonderausgabe. Stuttgart [u.a.]: Thieme (Farbatlant der Zahnmedizin, 1).

Zahnputz-Zauberlied: Zahnputz-Zauberlied für die KAI plus Systematik - mit professioneller Anleitung. Online verfügbar unter [https://www.youtube.com/channel/UCV9ftvJA0Fj\\_qUrteomHxUg](https://www.youtube.com/channel/UCV9ftvJA0Fj_qUrteomHxUg), zuletzt geprüft am 16.11.2019.

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 09.07.2019.

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. DOI: 10.3238/dzz.2014.0584-0593.

## 11 Anhang

### Anhang A Einladung zur Studienteilnahme mit Informationen

Liebe Eltern von [NAME],

mit dem beiliegenden Schreiben laden wir Ihr Kind [NAME] herzlich dazu ein, an einer wissenschaftlichen Studie der Universitäten Gießen und Marburg teilzunehmen. Wir wollen herausfinden, wie man Kindern das Zähneputzen besser beibringen kann.

Deshalb bitten wir Ihr Kind [Name] zu uns in die Abteilung für Kinderzahnheilkunde Marburg zu kommen. Der Termin dauert max. 1 ½ Stunden. Wir untersuchen die Zähne und das Zahnfleisch Ihres Kindes. Ihr Kind putzt sich die Zähne vor einem Tablet-PC, mit dem wir das Zähneputzen aufzeichnen. Des Weiteren möchten wir Sie und Ihr Kind bitten, einige Fragebögen auszufüllen, was bereits zu Hause geschehen kann. Für die Teilnahme an der Untersuchung erhält Ihr Kind eine Aufwandsentschädigung von 20 Euro und für das Ausfüllen der Fragebögen zusätzlich 5 Euro. Natürlich berichten wir Ihnen auch gerne den Befund Ihres Kindes.

Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie die Teilnahme Ihres Kindes unterstützen. Dann melden Sie sich bitte bei uns. Gerne erklären wir dann auch noch mehr zu der Studie.

Und so erreichen Sie uns:

(...)

Mit freundlichen Grüßen,

Prof. Dr. Klaus Pieper  
Professor für Kinderzahnheilkunde  
Universität Marburg

Prof. Dr. Norbert Krämer  
Professor für Kinderzahnheilkunde  
Universität Gießen

Dr. Jutta Margraf Stiksrud  
Abteilung für Psychologie  
Universität Marburg

Prof. Dr. Renate Deinzer  
Professorin für Medizinische Psychologie  
Universität Gießen

Liebe/r [NAME KIND],

stell dir vor, du erhältst jedes Mal 20 € nur dafür, dass du dir die Zähne putzt? Das wäre natürlich prima. Schade, dass wir dir das nicht bieten können. Du bekommst aber 20 €, wenn du uns bei einer Studie hilfst. Dabei geht es um das Zähneputzen. Und das Mitmachen macht dir vielleicht sogar Spaß:

Du putzt die Zähne vor einem Tablet-PC, den du als Spiegel verwendest. Wir wollen nämlich wissen, wie du das machst. Deswegen zeichnen wir deine Putzbewegungen auf. Außerdem untersuchen wir deine Zähne und stellen dir ein paar Fragen. Die Fragen kannst du dabei schon vor dem Untersuchungstermin von zu Hause aus beantworten. Für das Beantworten der Fragen bekommst du zusätzlich nochmal 5 Euro Aufwandsentschädigung.

An dieser Studie nehmen viele Jungen und Mädchen in deinem Alter teil. Es wäre toll, wenn du auch mitmachen würdest. Damit hilfst du, dass wir in Zukunft den Kindern noch besser das Zähneputzen beibringen können – und vielleicht sogar, dass es in Zukunft noch mehr Spaß macht.

Wenn du Lust hast mitzumachen, dann frag doch deine Eltern. Denen haben wir auch einen Brief in diesen Umschlag gepackt. Ihr könnt uns anrufen oder eine Mail schicken. Dann machen wir einen Termin aus. Natürlich kannst du aber auch erstmal anrufen und uns deine Fragen stellen.

Und so erreichst du uns:

(...)

In jedem Fall: Wir freuen uns auf dich!

(...)

PS: Wir sind übrigens Forscherinnen und Forscher an den Universitäten Gießen und Marburg. Zu uns gehören Zahnärzte, die sich auf Kinder spezialisiert haben und Psychologinnen, die erforschen, wie man am besten das Mundgesundheitsverhalten verbessert. Untersucht werdet ihr von zwei sehr netten Studenten der Zahnmedizin, die mehr darüber lernen wollen, wie Kinder ihre Zähne putzen.

## Anhang B Vorlage zur Aufnahme der Kontaktdaten und Telefoninterview

### Mundhygieneverhalten und –fertigkeiten bei Kindern (12-jährige)

Probandencode

\_\_\_\_\_ Datum/Interviewer

1. **Geschlecht:**  weiblich  männlich
  
2. **Trägt Ihr Kind/Trägst du eine feste Zahnspange (Multibrackets oder Retainer) oder herausnehmbaren Zahnersatz (Prothesen)?** Ja  Nein
  
3. **Benutzt Ihr Kind/benutzt du eine elektrische Zahnbürste?** Ja  Nein
  
4. **Hat Ihr Kind/hast du irgendwelche Herzerkrankungen?** Ja  Nein

Name (Vater/Mutter) \_\_\_\_\_

Name (Kind) \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Telefon-Nr/Handy \_\_\_\_\_

E-Mail? \_\_\_\_\_

Wann zu erreichen? \_\_\_\_\_

## Anhang C Studienaufklärung

Liebe Eltern von [NAME],

wie bereits am Telefon besprochen, senden wir Ihnen und Ihrem Kind eine Einverständniserklärung für die Studie zu. Bitte lesen Sie sich diese in Ruhe durch und wenn Sie Fragen haben sollten, dann können Sie sich gerne bei uns melden oder diese dann beim Untersuchungstermin stellen. Bringen Sie die Einverständniserklärung bitte zu dem Untersuchungstermin mit oder unterschreiben Sie diese und geben sie Ihrem Kind für den Untersuchungstermin mit. Des Weiteren erhalten Sie und Ihr Kind einen Probandencode und jeweils eine Internetadresse, mit der Sie dann die Fragebögen zur Studie online von zu Hause aus ausfüllen können und eine Beschreibung zu dem Untersuchungsraum. Für die Studie ist es sehr wichtig, dass Sie und Ihr Kind die Fragebögen getrennt voneinander ausfüllen. Gerne zeigen wir Ihnen aber natürlich die Fragen, die wir Ihrem Kind stellen. Sie können die Fragebögen auch in Papierversion ausfüllen, wenn Sie das lieber möchten. Den Link für den Fragebogen finden Sie auf dem beiliegenden Zettel. Der Fragebogen beginnt mit „Lieber Elternteil“. Sollte der Link nicht funktionieren, können Sie sich gerne bei uns melden oder den Fragebogen am Untersuchungstermin bei uns ausfüllen. Zu den 20 Euro Aufwandsentschädigung für den Untersuchungstermin erhält Ihr Kind für das Ausfüllen der Fragebögen eine zusätzliche Aufwandsentschädigung von 5 Euro.

Hier nochmal unsere Kontaktdaten:

(...)

Wir freuen uns sehr über Ihre Teilnahme an der Studie und sehen uns dann am Untersuchungstermin,

Mit freundlichen Grüßen,

(...)

Liebe/r [NAME KIND],

vielen Dank, dass du bei unserer Studie mitmachen möchtest. Wie am Telefon besprochen, senden wir dir eine Einverständniserklärung zu, in der nochmal genau beschrieben ist, was wir in der Studie machen. Wir haben auch eine Beschreibung dazugelegt, die erklärt, wie du zu dem Untersuchungsraum kommst. Bitte lese dir diese genau durch und wenn du Fragen hast, dann kannst du dich gerne bei uns melden oder du stellst deine Fragen zu Beginn des Untersuchungstermins. Es ist wichtig, dass du die Einverständniserklärung dann zu dem Untersuchungstermin mitbringst. Du erhältst mit diesem Brief auch einen Code und eine Internetadresse, damit du die Fragebögen für die Studie bequem von zu Hause aus am Computer ausfüllen kannst. Wenn du die Fragebögen lieber an dem Untersuchungstermin auf Papier ausfüllen möchtest, dann geht das natürlich auch. Es ist sehr wichtig, dass du die Fragebögen alleine ausfüllst. Für das Ausfüllen der Fragebögen erhältst du zusätzlich zu den 20 Euro für den Untersuchungstermin noch einmal 5 Euro Aufwandsentschädigung dazu.

Um die Fragebögen auszufüllen, musst du nur folgende Adresse eingeben:

[https://www.soscisurvey.de/Mundhygiene\\_12jaehrige/?q=base](https://www.soscisurvey.de/Mundhygiene_12jaehrige/?q=base)

Anschließend wirst du aufgefordert, einen Code (siehe Zettel) anzugeben und schon kann es losgehen.

Hier nochmal unsere Kontaktdaten:

(...)

Vielen Dank für deine Teilnahme an der Studie und bis zum Untersuchungstermin,

(...)

## 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) im Institut für Medizinische Psychologie der Universität Gießen bzw. 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>.**

## Anhang D Einwilligungserklärung

### 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 prüfen, inwieweit die gespeicherten Daten zu dem vorgenannten Zweck noch erforderlich sind. Nicht mehr benötigte Daten sind unverzüglich zu löschen.

4. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Daten und mein Video nach Beendigung oder Abbruch der Studie zehn Jahre aufbewahrt werden. Danach werden meine personenbezogenen Daten gelöscht.

Ich erkläre mich freiwillig bereit, an der oben genannten wissenschaftlichen Studie teilzunehmen.

Ein Exemplar der Probanden-Information und -Einwilligung habe ich erhalten. Ein Exemplar verbleibt im Institut für Medizinische Psychologie der Universität Gießen bzw. in der Abteilung für Kinderzahnheilkunde der Universität Marburg.

.....

.....

Datum

Unterschrift des **Probanden**

Ich habe mir gemeinsam mit meinem Kind anhand des ausgehändigten Aufklärungsbogens einen Überblick über das Forschungsvorhaben und den Ablauf der Studie verschafft. Ich konnte im Aufklärungsgespräche 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. Außerdem habe ich diese Einwilligungserklärung vollständig gelesen und verstanden, entstandene Fragen wurden mir vollständig beantwortet.

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

**Ich erkläre mich freiwillig damit einverstanden, mein Kind an der oben genannten wissenschaftlichen Studie teilnehmen zu lassen.**

.....

Datum

.....

Unterschrift der **Eltern**

---

**Die Versuchsleitung verpflichtet sich, die von Ihnen gewonnenen Daten der Versuchsperson pseudonymisiert zu behandeln und damit Dritten eine Zuordnung ihrer Person zu den Daten nicht zu ermöglichen.**

.....

Name der Versuchsleitung in Druckbuchstaben

.....

Datum

.....

Unterschrift der **Versuchsleitung**

## Anhang E Erinnerungsschreiben

### Zweites Anschreiben an Eltern nach 4 Wochen

Liebe Eltern von [NAME],

vor etwa einem Monat haben wir Ihr Kind [NAME] dazu eingeladen, an einer wissenschaftlichen Studie der Universitäten Gießen und Marburg teilzunehmen. Bislang haben wir keine Rückmeldung von Ihnen erhalten. Heute möchten wir Sie daher nochmals herzlich einladen, an unserer Studie mitzuwirken.

Die Eltern und vor allem die Probanden, die bisher teilgenommen haben, waren durchweg zufrieden mit unseren Untersuchungen. Sie können damit die Wissenschaft unterstützen und gleichzeitig kann Ihr Kind sich über 25 Euro freuen.

Wir würden uns sehr freuen, wenn Sie die Teilnahme Ihres Kindes ermöglichen. Dann melden Sie sich bitte bei uns. Gerne erklären wir dann auch noch mehr zu der Studie, falls etwas unklar ist und Sie noch Fragen haben.

Und so erreichen Sie uns:

(...)

Mit freundlichen Grüßen,

(...)

## Zweites Anschreiben an Kind nach 4 Wochen

Liebe/r [NAME],

erinnerst du dich an unseren ersten Brief? Da haben wir dich gefragt, ob du 25 € verdienen willst, indem du bei einer Untersuchung zum Zähneputzen mitmachst. Wir warten noch auf deine Antwort und würden uns sehr freuen, wenn du zu uns kommst.

Andere Kinder, die schon an der Untersuchung teilgenommen haben, fanden sie gut und haben sich natürlich auch sehr über das Geld gefreut 😊

Du bekommst 20 € dafür, dass du dir die Zähne putzt - aber nicht wie sonst vor einem Spiegel, sondern vor einem Tablet-PC, den du wie einen Spiegel verwendest. Der zeichnet das Zähneputzen auf. Wir schauen uns vorher und nachher deine Zähne an.

Weitere 5 € bekommst du, wenn du ein paar Fragebögen beantwortest. Das geht sogar von zuhause aus.

Es wäre toll, wenn du mitmachen würdest, denn damit hilfst du auch anderen Kindern. Schließlich geht es darum, dass alle Kinder das Zähneputzen noch besser lernen.

Wenn du Lust hast mitzumachen, dann frag doch deine Eltern. Denen haben wir auch einen Brief in diesen Umschlag gepackt. Ihr könnt uns anrufen oder eine Mail schicken. Dann machen wir einen Termin aus. Falls du noch unsicher bist, ruf doch einfach an und stelle uns deine Fragen! Danach kannst du dich immer noch entscheiden. Wir freuen uns auf dich!

Und so erreichst du uns:

(...)

In jedem Fall: Wir freuen uns auf dich!

(...)

PS: Wir sind übrigens Forscherinnen und Forscher an den Universitäten Gießen und Marburg. Zu uns gehören Zahnärzte, die sich auf Kinder spezialisiert haben und Psychologinnen, die erforschen, wie man am besten das Mundgesundheitsverhalten verbessert. Untersucht werdet ihr von zwei sehr netten Studenten der Zahnmedizin, die mehr darüber lernen wollen, wie Kinder ihre Zähne putzen.

## Anhang F Materialliste

### Materialien für die klinischen Untersuchungen

- Laptop mit MZD-Programm
- Patientenserviette
- Filterpapier für Schwebetisch
- Mundschutz und Handschuhe
- 2 zahnärztliche Spiegel
- 1 zahnärztliche Pinzette
- 1 stumpfe PA-Sonde
- Pusteraufsatz
- Uhr mit Sekundenanzeige
- Plaque Test - Fluoreszierende Indikatorflüssigkeit (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)
- Dappengläschen
- Schaumstoffpellets
- Schutzbrille
- UV-Lampe (Gatzetec, Hamburg) - WF 501 B, Ultrafire, 395nm (+Ersatzbatterien)
- Plastikbecher (zum Ausspülen)

### Materialien für die Videoaufnahme

- Tablet – PC – Samsung
- mobiles Waschbecken mit Halterung für Tablet – PC
- Bürstenkopf: Oral-B Pulsonic (Schwalbach, Deutschland) als Einmalartikel
- Zahnpasta – Elmex Junior (Hamburg, Deutschland)
- Für den Zahnbürstengriff: Gummi „Ultracover“ Sterile Schutzhülle aus Latex für Ultraschall-Sonden, 26x300mm, von Microtek Medical B.V. Zutphen-NL, REF 86663
  
- 20/ 25 Euro pro Proband + Quittung

## 12 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. *BMC Oral Health* 2019, 68.

DOI: 10.1186/s12903-019-0755-z.

2. Weik, U., Cordes, O., Weber, J.; Krämer, N., Pieper, K., Margraf-Stiksrud, J.; Deinzer, R.: Tooth-brushing performance and oral cleanliness after brushing in 12-year-old children. *JDR Clinical & Translational Research* 2020.

DOI: 10.1177/2380084420975333.

### Kongressbeiträge

1. Weik, U., Weber, J., Cordes, O., Hassebrauck, L., Pieper, K., Krämer, 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)).

### 13 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.“

Lübeck, den .....

.....

Julia Weber

## 14 Danksagung

Mein besonderer Dank geht an Frau Prof. Dr. Deinzer für die Überlassung des interessanten Dissertationsthemas und ihre fortwährende kompetente Unterstützung. Besonders danken möchte ich auch Frau Dr. Weik für die kompetente Unterstützung bei der Verfassung der Arbeit.

Für die Unterstützung bei der Planung und Umsetzung der Studie danke ich Frau Dr. Harnacke und Herrn Prof. Dr. Dr. Krämer und seinem Team in Gießen, sowie Frau Dr. Margraf-Stiksrud und Herrn Prof. Dr. Pieper und dem Team in Marburg.

Ich danke Frau Völkner-Stetefeld und ihrem Marburger Team, sowie Anke Häuser und ihrem Gießener Team für die interessanten und aufschlussreichen Einblicke in das Marburger und Gießener Prophylaxe Modell.

Ich danke besonders Olli und Til für die wunderbare und kurzweilige Zusammenarbeit.

Mein herzlichster Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden für ihre unendliche Unterstützung, ihren Rückhalt und ihre stetige Motivation.