

**Professionalisierung und Technik des Zähneputzens im Studium (PUTZIS):  
Die Zahnputzperformanz von Zahnmedizinstudierenden  
im ersten und letzten Studienjahr**

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Humanbiologie

des Fachbereichs Medizin

der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Carlotta Bottenbruch

(geb. Müller)

aus Achim

Gießen 2025

**Aus dem Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen**

Institut für Medizinische Psychologie

Gutachterin: Prof. Dr. R. Deinzer

Gutachterin: PD Dr. N. Schulz-Weidner

Tag der Disputation: 16.02.2026

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
2	Theoretischer Hintergrund .....	3
2.1	Die Relevanz des Zähneputzens mit der Zahnbürste .....	3
2.1.1	<i>Plaqueassoziierte Erkrankungen des Zahnhalteapparates</i> .....	4
2.1.2	<i>Zahnputzeffektivität bei zahnmedizinischen Laien</i> .....	7
2.1.3	<i>Zahnputzeffektivität bei zahnmedizinischem Fachpersonal</i> .....	9
2.1.4	<i>Mundhygieneverhalten von Zahnmedizinstudierenden</i> .....	10
2.2	Wie das Zähneputzen ausgeführt wird: Die Zahnputzperformanz .....	13
2.2.1	<i>Empfehlungen zum Zahnputzverhalten</i> .....	13
2.2.2	<i>Zahnputzperformanz von zahnmedizinischen Laien</i> .....	15
2.2.3	<i>Zahnputzperformanz von zahnmedizinischem Fachpersonal</i> .....	18
2.3	Mögliche Determinanten der Zahnputzperformanz .....	18
2.3.1	<i>Problembewusstsein und Selbstwirksamkeitserwartungen</i> .....	19
2.3.2	<i>Motorische Geschicklichkeit</i> .....	20
2.4	Ableitung der Fragestellungen .....	21
2.4.1	<i>Hypothesen</i> .....	23
3	Material und Methoden .....	24
3.1	Ethik und Datenschutz .....	25
3.2	Rekrutierung und Untersuchungsablauf .....	26
3.2.1	<i>Ein- und Ausschlusskriterien für die Laboruntersuchung</i> .....	26
3.2.2	<i>Allgemeiner Ablauf der Laboruntersuchung</i> .....	28
3.2.3	<i>Umgang mit Störvariablen</i> .....	29

3.3	Zahnärztliche Untersuchung.....	31
3.4	Die Erfassung der Zahnputzperformanz .....	32
3.4.1	<i>Interact: Videoaufzeichnung und Videoauswertung.....</i>	35
3.4.2	<i>Kalibrierung in der Verhaltensbeobachtung.....</i>	36
3.4.3	<i>Die Verhaltensparameter .....</i>	37
3.5	Die Erfassung der untersuchten Determinanten .....	39
3.5.1	<i>Problembewusstsein: SPOC.....</i>	39
3.5.2	<i>Selbstwirksamkeitserwartung: OHSEE.....</i>	40
3.5.3	<i>Motorisches Geschick: Grooved PegBoard.....</i>	40
3.6	Statistische Herangehensweise .....	41
3.6.1	<i>Stichprobenumfangsplanung.....</i>	42
3.6.2	<i>Statistische Analysen .....</i>	42
4	Ergebnisse .....	44
4.1	Datenaufbereitung.....	44
4.1.1	<i>Drop Outs und Qualitätssicherung.....</i>	44
4.1.2	<i>Ausreißeranalysen und Voraussetzungsprüfungen .....</i>	47
4.2	Deskriptive Analysen.....	48
4.2.1	<i>Beschreibung der Stichproben und Gruppenvergleiche.....</i>	48
4.2.2	<i>Deskriptive Analyse der Zahnputzperformanz .....</i>	50
4.2.3	<i>Deskriptive Analyse der untersuchten Determinanten .....</i>	56
4.3	Prüfung der Hypothesen .....	59
4.3.1	<i>Hypothesen zur Zahnputzperformanz .....</i>	59
4.3.2	<i>Hypothesen zu den Determinanten der Zahnputzperformanz.....</i>	60

4.3.3	<i>Weitere explorative Analysen</i> .....	60
5	Diskussion.....	63
5.1	Beantwortung der Hypothesen .....	64
5.2	Einordnung der deskriptiven Statistik .....	65
5.2.1	<i>Explorative Analysen: Was tun effektiv Putzende?</i> .....	70
5.3	Einordnung und Interpretation der Ergebnisse .....	72
5.3.1	<i>Wie gestaltet sich eine effektive Zahnputzperformanz?</i> .....	72
5.3.2	<i>Voraussetzungen für eine effektive Zahnputzperformanz</i> .....	73
5.3.3	<i>Implikationen für Zahnmedizinstudium und Patientenversorgung</i> .....	76
5.4	Limitationen.....	78
5.5	Fazit.....	80
	Zusammenfassung.....	82
	Abstract.....	83
	Abbildungsverzeichnis.....	84
	Tabellenverzeichnis.....	86
	Literaturverzeichnis .....	87
	Anhang.....	113
	Publikationsverzeichnis .....	167
	Ehrenwörtliche Erklärung .....	168

## 1 Einleitung

„Gute Mundhygiene hat einen positiven Einfluss auf die allgemeine Gesundheit und trägt entscheidend zum Wohlbefinden und zur Lebensqualität bei“ (Elsässer & Ludwig, 2017, S. 2). Mit diesen einleitenden Worten eröffnet die Bundeszahnärztekammer als Herausgeber das *Handbuch der Mundhygiene*. Das Manual behandelt darunter eine Aufklärung über plaqueassoziierte Erkrankungen wie *Gingivitis* (Zahnfleischentzündung) oder *Parodontitis* (Zahnbettentzündung). Die Beseitigung dentaler Plaque, beispielsweise mit Zahnbürste und Zahnpasta, ist die beste Methode, um beiden Erkrankungen vorzubeugen. In Befragungsstudien gibt ein Großteil an, sich mindestens zweimal täglich die Zähne zu putzen (z.B. Deinzer & Jordan, 2024; Ziller et al., 2021; Zimmer & Lieding, 2014). Darüber hinaus scheinen alle Personen auch davon überzeugt zu sein, ihre Zähne dabei sehr sauber zu putzen (Eidenhardt et al., 2022). Die Prävalenz von Gingivitis beträgt dennoch bis zu 100 %, die Prävalenz von Parodontitis, abhängig von der Altersklasse und verwendeten Klassifikation, bis zu 95.1 % (z.B. Eickholz et al. 2025; Jordan et al., 2016; Stamm, 1986; Trindade et al., 2023). Angesichts der Befragungsergebnisse sind die hohen Prävalenzen unerwartet. Es stellt sich daher die Frage, wie effektiv das Zähneputzen ist. Tatsächlich wurde in Studien dargelegt, dass bei Erwachsenen unmittelbar nach bestmöglichem Zähneputzen im Durchschnitt über 60 % der untersuchten Zahnflächen noch mit Plaque besiedelt sind (z.B. Ebel et al., 2019; Harnacke, Mitter et al., 2012b; Weik, Sämann et al., 2023). Dabei zeigte sich, dass vor allem die *oralen Flächen* (Innenflächen) und die Bereiche am *Gingivarand* (Zahnfleischrand) nicht sauber werden (z.B. Deinzer et al., 2023; Harnacke et al., 2015). Das durchschnittliche Zähneputzen Erwachsener muss auf Basis dessen als ineffektiv bewertet werden. Das regelmäßige Zähneputzen allein ist offensichtlich nicht ausschlaggebend für eine „gute Mundhygiene“. Wichtig für die Plaqueentfernung seien, laut des oben zitierten Handbuches, weiterhin die „Zahn- und Mundpflegetechniken“, also die Art und Weise, wie die Zähne geputzt werden. So wird beispielsweise betont, dass es wichtig sei, „die Zähne immer mit der gleichen Systematik zu putzen“ (Elsässer & Ludwig, 2017, S. 22). Welche Technik zum effektiven Zähneputzen führt, ist auf dem aktuellen Stand der Forschung weitestgehend unklar (Deinzer et al., 2024). Um herauszufinden, wie sich Menschen die Zähne putzen, wurden Studien mit systematischen Verhaltensbeobachtungen durchgeführt. Die Beobachtung des Zahnputzverhaltens beinhaltet verschiedene Aspekte der *Zahnputzperformanz* wie die Zahnputzdauer, die Zahnputzbewegungen und die angesteuerten Zahnflächen (z.B. Harnacke et al., 2015; H. Robinson, 1946; Rugg-Gunn & Macgregor, 1978). Solche Studien zeigen konsistent, dass Menschen unterschiedlicher Altersgruppen ihre Zähne beispielsweise nicht vollständig putzen oder das Putzen auf die *vestibulären*

(Außenflächen) und *okklusalen* (Kauflächen) Zahnflächen konzentrieren (Deinzer, Ebel et al., 2018; Deinzer et al., 2021; Ebel et al., 2019; Eidenhardt et al., 2021a; Harnacke et al., 2016; Petker et al., 2019). Eine große Ausnahme innerhalb dieser Fülle an Befunden bildet eine Studie aus dem Jahr 2018. In dieser wurden, im Gegensatz zu den anderen Studien, nicht *zahnmedizinische Laien* (Erwachsene ohne zahnmedizinische Vorbildung) untersucht, sondern *zahnmedizinisches Fachpersonal* (Erwachsene mit zahnmedizinischer Vorbildung). 75 % dieses zahnmedizinischen Fachpersonals wies unmittelbar nach dem Zähneputzen nur noch an 10 % der Gingivarandstellen Plaque auf. Fast alle von ihnen erreichten eine Plaquefreiheit an 70 % der Messstellen (Deinzer, Schmidt et al., 2018). Die Zahnputzeffektivität dieser Stichprobe fiel dementsprechend hoch aus. Das Zahnputzverhalten zahnmedizinischen Fachpersonals wurde bislang allerdings noch nicht untersucht. Der Befund könnte den Schluss nahelegen, dass zahnmedizinisches Fachpersonal aufgrund seines Berufes weiß, wie man sich effektiv die Zähne putzt. Womöglich entwickelt dieses Personal im Rahmen seiner Ausbildung, das heißt im Professionalisierungsprozess und im Zuge der Auseinandersetzung mit zahnmedizinischen Inhalten, ein effektives Zahnputzverhalten. Hier setzt die vorliegende Studie *PUTZIS – Professionalisierung und Technik des Zähneputzens im Studium* an. Zahnmedizinische Studierende befinden sich im Verlauf ihres Studiums in einem solchen Prozess der Professionalisierung. In vorangegangenen Studien über Zahnmedizinische Studierende standen vor allem ihre Einstellungen zur Mundhygiene, ihr Wissen zur Mundhygiene, ihr Zahnstatus oder ihre Zahnputzeffektivität im Vordergrund (z.B. Cortes et al., 2002; Howat et al., 1979; Karem et al., 2020; Kawamura et al., 2000). Dabei zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Studienjahren. Diese Beobachtung unterstützt die Vermutung, dass der Studienverlauf einen Professionalisierungsprozess darstellt. In der vorliegenden Arbeit werden Zahnmedizinische Studierende der Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU) im ersten und letzten (fünften) Studienjahr hinsichtlich ihrer Zahnputzperformanz miteinander verglichen. Unterschiede könnten Rückschlüsse darauf ermöglichen, welche Verhaltensweisen sich im Zuge der Professionalisierung verändern. Darüber hinaus sollen mögliche psychologische Einflussfaktoren auf das Zahnputzverhalten untersucht werden, welche mit der Effektivität des Zahnputzverhaltens zusammenhängen können. Zwei grundlegende Determinanten des Gesundheitsverhaltens sind dabei das Problembewusstsein und die Selbstwirksamkeitserwartung. Beide Determinanten sollen in dieser Arbeit in Bezug auf die Zahnputzperformanz analysiert werden. Außerdem wird als Voraussetzung für den Umgang mit einer Handzahnbürste die manuelle Geschicklichkeit angenommen. Diese wird dementsprechend als dritte mögliche Determinante der Zahnputzperformanz in dieser Arbeit in Betracht gezogen.

## 2 Theoretischer Hintergrund

In den folgenden Kapiteln werden die Epidemiologie, Ätiologie und die Folgen von Erkrankungen des Zahnhalteapparats wie Gingivitis und Parodontitis vorgestellt (vgl. Kap. 2.1.1). Das effektive Zähneputzen kann beiden Erkrankungen vorbeugen. Befunde über Plaquewerte, die unmittelbar nach dem Zähneputzen mit einer Handzahnbürste erhoben worden sind, sollen das Ausmaß mangelnder Zahnputzeffektivität zahnmedizinischer Laien veranschaulichen (vgl. Kap. 2.1.2). Befunde zur Zahnputzeffektivität zahnmedizinischen Fachpersonals werden diesen gegenübergestellt (vgl. Kap. 2.1.3). Für die vorliegende Arbeit wurden Zahnmedizinstudierende untersucht. Ein Überblick über die Einstellungen zur Mundhygiene, über den Zahnstatus und die Zahnputzeffektivität Zahnmedizinstudierender befindet sich in Kap. 2.1.4. Im Fokus dieser Arbeit stand die Zahnputzperformanz, die sich aus verschiedenen Aspekten des Zahnputzverhaltens zusammensetzt (vgl. Kap. 2.2). Es werden Befunde aus Studien erläutert, in welchen die Zahnputzperformanz beobachtet und analysiert wurde. Auch hier wird zwischen zahnmedizinischen Laien und zahnmedizinischem Fachpersonal unterschieden (vgl. Kap. 2.2.2, 2.2.3). Mögliche psychologische Einflussfaktoren auf die Zahnputzperformanz werden zum Abschluss überlegt (vgl. Kap. 2.3). Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit mündet in sieben Hypothesen, deren Prüfung Gegenstand der empirischen Untersuchung ist (vgl. Kap. 2.4).

### 2.1 Die Relevanz des Zähneputzens mit der Zahnbürste

Das Zähneputzen ist vermutlich das am häufigsten ausgeführte Gesundheitsverhalten weltweit. Der Anteil der Befragten, die angeben, mindestens zweimal täglich ihre Zähne zu putzen, liegt bei Erwachsenen und Senioren bei über 60 % (Nihtila et al., 2016; Nordström & Birkhed, 2017; Ziller et al., 2021; Zimmer & Lieding, 2014). Neben manuellen oder elektrischen Zahnbürsten werden zur Mundhygiene auch Utensilien der *Approximalhygiene* wie Zahnseide oder Interdentalsticks sowie Mundspüllösungen, Zungenreiniger und spezielle Zahnpasten genutzt (Sälzer et al., 2020). Im Vergleich leistet die Zahnbürste allerdings den größten Beitrag zur Entfernung dentaler Plaque (Hill et al., 1973; Silva et al., 2022; Slot et al., 2020; Vogel et al., 1975). Ob die elektrische Zahnbürste einer manuellen vorzuziehen ist, ist auf Basis der Studienlage unklar (Graetz et al., 2017; Sälzer et al., 2020). Da die Handzahnbürste das kostengünstigste und nachhaltigere Mittel ist, um Plaque zu entfernen, liegt der Fokus dieser Arbeit auf dem Zähneputzen mit dieser. Warum das regelmäßige Entfernen von dentaler Plaque gesundheitlich relevant ist, wird im folgenden Kapitel näher ausgeführt.

### **2.1.1 Plaqueassoziierte Erkrankungen des Zahnhalteapparates**

Gingivitis und Parodontitis sind weitverbreitete entzündliche Erkrankungen des Zahnhalteapparats. In der Altersgruppe der 35- bis 44-jährigen Erwachsenen in Deutschland wiesen laut aktueller Veröffentlichung der Deutschen Mundgesundheitsstudie 6 (DMS 6) lediglich 3.8 % eine parodontal gesunde Situation auf. Eine isolierte Gingivitis lag bei 0.5 % der Untersuchten vor (Eickholz et al., 2025; DMS 6, Tabelle 3). Die überwiegende Mehrheit (95.1 %) zeigte eine Parodontitis. Davon entfielen 17.5 % auf ein fortgeschrittenes (Stadium III) und 3.9 % auf ein sehr schweres Erkrankungsstadium (Stadium IV). Internationale Studien berichten vergleichbare oder höhere Prävalenzen schwerer Parodontitisformen (z. B. „severe periodontitis“ bis 15 %), wobei unterschiedliche diagnostische Klassifikationen, etwa CDC/AAP oder EFP/AAP, berücksichtigt werden müssen (Eickholz et al., 2025; Eke et al., 2020; Eke et al.; Trindade et al., 2023; Ziller et al., 2021). Als zentrale Ursache für die Entstehung von Gingivitis wird die Ansammlung von dentaler Plaque am Gingivarand angesehen (Jensen et al., 1968; Loe et al., 1965; Rosier et al., 2014; Theilade et al., 1966). Dentale Plaque ist ein Film aus Speichel und Bakterien, dessen Zusammensetzung als Mikrobiom von Mensch zu Mensch variiert (Marsh, 2005; Marsh & Zaura, 2017; Wade, 2013). An klinisch plaquefreien Zähnen befinden sich fast ausschließlich grampositive Bakterien. Voll ausgebildete Plaque ist ein komplexes System, das bis zu 50 % aus gramnegativen Organismen besteht (Azadeh et al., 2011; Loe, 1981; Marsh & Zaura, 2017). Auf diese bakterielle Anhäufung, sofern sie nicht entfernt wird, reagiert die Gingiva mit einer progredienten Entzündung. Diese Entzündung zeigt sich zunächst zum Beispiel durch Zahnfleischbluten beim Zähneputzen oder bei zahnärztlicher Provokation des Zahnfleisches mit einer Sonde. Im weiteren Verlauf folgen stärkere Blutungen sowie Rötungen und Schwellungen. In schweren Fällen treten Spontanblutungen und Ulzerationen auf (Wolf, 2012). Die Gewebeveränderungen, die im Rahmen einer Gingivitis entstehen, sind reversibel (Jensen et al., 1968; Loe et al., 1965). Die Schäden, die im Rahmen einer Parodontitis entstehen, weitestgehend nicht (Dannewitz et al., 2021). Auch wenn aus einer Gingivitis nicht notgedrungen eine Parodontitis entsteht, gelten lang bestehende Gingivitiden als Wegbereiter und bedeutender Risikofaktor für die Entstehung einer Parodontitis (Chapple et al., 2018; Lang et al., 2009; P. G. Robinson, 1995). Bei der aus einer Gingivitis entstehenden Parodontitis breitet sich die Entzündung über das Zahnfleisch hinaus aus und betrifft im weiteren Verlauf auch den Alveolarknochen. Dieser wird durch den Entzündungsprozess abgebaut. Die umliegenden Zähne an den betroffenen Stellen verlieren ihren Halt (Wolf, 2012). Die Behandlung von Gingivitis

konzentriert sich auf die Beseitigung der bakteriellen Plaque (Chapple et al., 2015). Bei einer Parodontitis kann neben der Plaquekontrolle eine umfassendere Behandlung durch beispielsweise Medikamente oder chirurgische Eingriffe erforderlich sein (Dannewitz et al., 2021). Die fortgeschrittene Parodontitis nimmt in der Europäischen Union den sechsten Platz der häufigsten nicht-infektiösen Krankheiten ein, global gesehen den achten (Benzian & Listl, 2021; Kassebaum et al., 2014). Als Volkskrankheit belastet sie die Ausgaben des Gesundheitssystems stark (Tonetti et al., 2017). Die direkten Kosten durch die Behandlung parodontaler Erkrankungen werden für die größeren Länder Europas wie z.B. Deutschland, Frankreich und Italien auf 48.29 Milliarden Euro geschätzt. Die indirekten Kosten, also krankheitsbedingte Ausfälle am Arbeitsplatz sowie Folgen wie Zahnlosigkeit und Wurzelkaries, belaufen sich in Deutschland auf schätzungsweise 34.79 Milliarden Euro. Diese Schätzungen erfolgten für das Jahr 2018 (Botelho et al., 2022). Darüber hinaus ist auch zu berücksichtigen, dass eine Erkrankung wie die Parodontitis mit Systemerkrankungen wie dem metabolischen Syndrom und Diabetes mellitus in Verbindung steht (Deschner, 2018; Gobin et al., 2020; Loe, 1993; Wu et al., 2020). Es bestehen außerdem Hinweise, dass kardiovaskuläre Erkrankungen wie die koronare Herzkrankheit, die periphere arterielle Verschlusskrankheit und Atherosklerose mit der Parodontitis assoziiert sind (Humphrey et al., 2008; Tonetti & van Dyke, 2013; Walther et al., 2020; Yang et al., 2018). Auch Zusammenhänge mit Adipositas, rheumatoider Arthritis und Demenzerkrankungen konnten gefunden werden (Arbildo-Vega et al., 2024; Asher et al., 2022; Hussain et al., 2020). Zusammenhänge zwischen Parodontitis und Krebserkrankungen, COPD, Schwangerschaftskomplikationen und Autoimmunerkrankungen wie Lupus erythematoses werden ebenfalls diskutiert (Corbella et al., 2018; Machado et al., 2023; Márquez-Arrico et al., 2024; Molina et al., 2023; Moradi & Shamsoddin, 2023; Rutter-Locher et al., 2017). Die Prävention von Gingivitis und Parodontitis ist demnach von sehr hoher Bedeutung. Für die Prävention ist die Beseitigung der dentalen Plaque entscheidend (Auschill et al., 2019; Cancro & Fischman, 1995; Figuero et al., 2017; Needleman et al., 2005; Sälzer et al., 2014) und die häuslich umgesetzte Mundhygiene wird hierfür als maßgeblich betrachtet. Trotzdem scheint das häusliche Zähneputzen nicht effektiv genug zu sein, sodass ein erheblicher Bedarf besteht, das Zähneputzen zu verbessern (van der Weijden & Hioe, 2005; van der Weijden & van Loveren, 2023). Ein Zahnputzvorgang ist strenggenommen dann ineffektiv, wenn die Plaque nicht entfernt wurde. Die Erfassung und Beurteilung dentaler Plaque sollen im Folgenden kurz umrissen werden. Hierdurch soll die Bewertung der *Zahnputzeffektivität* in den darauffolgenden Kapiteln nachvollziehbar gemacht werden.

*Erfassung dentaler Plaque.* Um die vorhandene Plaque auf Zähnen zu messen, bestehen unterschiedliche Möglichkeiten wie beispielsweise computergestützte Verfahren anhand von Bildgebung und klinische Untersuchungen *in vivo* (Coulthwaite & Verran, 2009). In der Praxis wird der Plaquefilm in der Regel mit Hilfe eines Farbstoffes (z.B. Erythrosin, Brilliant Blue FCF, Fluoreszein) deutlich sichtbar gemacht (Hellwege, 2003). Auf Basis dieser Färbung wird die bestehende Plaque evaluiert. Dabei können eine Reihe von verschiedenen *Plaqueindizes* angewandt werden (zur Übersicht siehe z.B. Carvalho et al., 2023). Der *Plaqueindex nach Silness und Loe* oder der *O'Leary-Plaque-Index* sind zwei der drei gängigsten Indizes, wobei der Index nach Silness und Loe ohne oben benannte Anfärbung zur Anwendung kommen kann (O'Leary et al., 1972; Silness & Loe, 1964). Um das Prinzip der Plaqueevaluation unter Anfärben der Zähne zu veranschaulichen, wird der ebenfalls gängige Quigley-Hein-Plaque-Index erläutert. Dieser ist, neben dem Marginalen-Plaque-Index, in den zitierten Studien der Folgekapitel der am häufigsten eingesetzte. Der *Quigley-Hein-Plaque-Index*, modifiziert nach Turesky et al. (QHIm oder TQHI), sieht eine Betrachtung der oralen und vestibulären Flächen eines jeden Zahnes vor, die jeweils abhängig von der vorliegenden Plaque auf einer Skala von 0 bis 5 bewertet werden (0: *Keine Plaque*, 1: *Vereinzelte Plaquekolonien entlang dem Zahnfleischsaum*, 2: *Deutliche Plaquelinie am Zahnfleischsaum*, 3: *Zahnbeläge bedecken 1/3 der zervikalen Oberfläche*, 4: *Zahnbeläge bedecken bis zu 2/3 der Zahnoberfläche*, 5: *Zahnbeläge bedecken mehr als 2/3 der Zahnoberfläche*). Der Index für den gesamten Mund wird errechnet, indem die Gesamtpunktzahl durch die Anzahl der untersuchten Flächen geteilt wird. Die dritten Molaren (Weisheitszähne) werden dabei ausgeklammert (Quigley & Hein, 1962; Turesky et al., 1970). Ab durchschnittlichen Werten von 3 – 5 bei diesem Index würden Zahnmedizinerinnen und Zahnmediziner von einer „hohen Gefährdung“ für plaqueassoziierte Erkrankungen ausgehen (Hellwege, 2003). Oftmals findet sich auch eine prozentuale Berechnung wieder, die das Ausmaß von Plaque skalenunabhängig bemessen an plaquebesetzten Zahnflächen nachvollziehbar macht. Zentraler Plaqueindex der hier vorliegenden Studie ist der *Marginale-Plaque-Index* (MPI) (vgl. Kap. 3.3), der im Gegensatz zu einigen anderen Plaqueindizes ausschließlich die für Gingivitis und Parodontitis entscheidenden Stellen des Gingivarandes betrachtet (Deinzer et al., 2014).

### **2.1.2 Zahnputzeffektivität bei zahnmedizinischen Laien**

Aus dem vorangegangenen Kapitel geht hervor, dass die große Mehrheit der Menschen angibt, sich mindestens zweimal täglich die Zähne zu putzen. Doch sprechen die hohen Prävalenzen von Gingivitis und Parodontitis dafür, dass es ihnen hierbei offensichtlich nicht gelingt, Plaquefreiheit zu erreichen. Die in diesem Kapitel dargelegten Befunde zum Ausmaß erreichter Plaquefreiheit nach Zähneputzen bei zahnmedizinischen Laien sprechen ebenfalls dafür. Eine Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2012 von Slot et al., welche insgesamt 59 Arbeiten einbezog, vermittelt einen ersten Eindruck über die Zahnputzeffektivität mundgesunder Erwachsener. Fazit dieser Übersichtsarbeit war, dass diese im Durchschnitt, selbst nach Putzübungen, durch das Zähneputzen höchstens eine Plaquereduktion um 42 % erreichten. Abhängig vom Plaqueindex seien Reduktionen zwischen 30 – 53 % möglich (Slot et al., 2012). Bei den meisten in dieser Arbeit eingeschlossenen Studien wurden die Plaquewerte allerdings mit teilweise großem zeitlichem Abstand zum Zähneputzen erhoben. Wenn es um die Erfassung der Zahnputzeffektivität geht, das heißt, inwiefern das Zähneputzen auch dazu führt, die Zähne dadurch plaquefrei zu bekommen, sollte diese besser unmittelbar nach dem Zähneputzen erfasst werden. Wird sie erst später erfasst, ist nicht mehr nachvollziehbar, in welchem Ausmaß die Werte auf mangelnde Zahnputzeffektivität und in welchem Ausmaß auf neuerliche Ansiedlung von Plaque zurückzuführen sind. Aus diesem Grund werden im Weiteren nur Studien herangezogen, in denen die Plaquemessung unmittelbar nach dem Zähneputzen vorgenommen wurde. In dieser Arbeit werden außerdem ausschließlich Studien berücksichtigt, in denen die Probandinnen und Probanden keine detaillierten Vorgaben bezüglich ihrer Zahnputztechnik, -dauer oder -systematik erhalten haben. Diese Studien sind von Interesse, da sie am ehesten abbilden, über welche Zahnputzfertigkeiten gesunde Erwachsene ohne weitere Instruktion verfügen.

Eine Reihe von Studien, in welchen unmittelbar nach Zähneputzen die erreichte Plaquefreiheit erfasst wurde, stammt aus der Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Renate Deinzer, Institut für Medizinische Psychologie (IMP), JLU Gießen. In einem Großteil dieser Studien wurde den Probandinnen und Probanden die Instruktion gegeben, die Zähne nach bestem Können, *so gründlich wie möglich*, zu putzen. Diese Anweisung diente dazu, alle Versuchspersonen gleichermaßen zu motivieren, das Höchstmaß ihrer Zahnputzeffektivität zu zeigen. Ohne weitere zahnärztliche Instruktion erzielten in einer Studie 67 Studierende hierbei nach dem Zähneputzen TQHI-Werte zwischen 2.50 bis 2.57 ( $\pm 0.50 - 0.56$ ). Gemäß MPI verblieben zwischen 68.53 % bis 71.30 % ( $\pm 14.18$  bis 13.70) der Flächen am Gingivarand mit Plaque (Harnacke, Mitter et al., 2012b). In einer

Beobachtungsstudie mit 98 jungen Erwachsenen verblieb ebenfalls unmittelbar nach dem Zähneputzen im Durchschnitt an 69.48 % ( $\pm$  12.31) der Flächen am Gingivarand Plaque (MPI) (Ebel et al., 2019). Selbst in einem Vergleich zwischen den Instruktionen „Putzen Sie wie gewöhnlich!“ versus „Putzen Sie so gründlich wie nur möglich!“, wurden in einer aktuellen randomisierten kontrollierten Studie der Arbeitsgruppe keine signifikanten Unterschiede in den Plaquewerten zwischen beiden Bedingungen festgestellt. Unter der Instruktion „wie gewöhnlich“ zu putzen, verblieben unmittelbar nach dem Zähneputzen durchschnittlich 75.87 % ( $\pm$ 15.29) Plaque an den Gingivarandflächen. Unter der Instruktion „so gründlich wie möglich“ zu putzen, waren es 74.72 % ( $\pm$  14.03) (Weik, Shankar-Subramanian et al., 2023). Auch in weiteren Studien wurden Plaquewerte dieses Ausmaßes am Gingivarand unmittelbar nach dem Zähneputzen vorgefunden. Die oralen Zahnflächen zeigten dabei in der Regel mehr verbliebene Plaque als die vestibulären (Deinzer et al., 2021; Eidenhardt et al., 2021a; Harnacke, Beldoch et al., 2012; Harnacke et al., 2016; Harnacke et al., 2015; Petker et al., 2019; Weik, Shankar-Subramanian et al., 2023; Winterfeld et al., 2015). Außerhalb der Arbeitsgruppe liegen nur wenige Studien über Plaquewerte unmittelbar nach dem unbeeinflussten Zähneputzen bei zahnmedizinischen Laien im Erwachsenenalter vor. Bei einer Untersuchung, ob unterschiedliche Instruktionen zum Zähneputzen einen positiven Einfluss auf die Plaquewerte haben, wiesen Studierende ( $N = 98$ ) zu Beginn einer Studie durchschnittliche TQHI-Werte zwischen 1.90 und 1.99 nach dem Zähneputzen auf (Schlueter et al., 2013). Bei dem Vergleich zweier Zahnbürsten wurden in einer anderen Studie Probandinnen und Probanden mit einem Ausgangsplaquewert nach Silness und Loe zwischen 1 und 2 rekrutiert (0: *Keine Plaque* bis 3: *Deutliche Plaque*). Im Durchschnitt reduzierten die Teilnehmenden ihre Plaquewerte durch das Zähneputzen mit einer Handzahnbürste um 45 %, wobei in dieser Publikation keine konkreten Absolutwerte angegeben wurden (Klonowicz et al., 2018).

Die hier skizzierte Befundlage zeigt, dass zahnmedizinische Laien nur eine geringe Zahnputzeffektivität erreichen. Im Durchschnitt verbleibt nach dem Zähneputzen an über der Hälfte der Zahnflächen am Gingivarand Plaque. Sogar dann, wenn nach bestem Können die Zähne so gründlich wie möglich gereinigt werden. Menschen scheinen ihre Plaque durch Zähneputzen offenbar nicht vollständig entfernen zu können. Somit könnte das Zähneputzen selbst als plaquereduzierende Maßnahme begrenzt sein. Welches Maß an Plaquefreiheit kann nach einem Zahnputzvorgang überhaupt erreicht werden? Der Befund dazu wird im folgenden Kapitel vorgestellt.

### **2.1.3 Zahnputzeffektivität bei zahnmedizinischem Fachpersonal**

Deinzer et al. untersuchten 2018 in einer multizentrischen Studie 64 Zahnärztinnen und Zahnärzte, welche an universitären Zahnkliniken tätig waren, sowie 33 Zahnmedizinstudierende und 30 Dentalhygienikerinnen. Die Versuchspersonen wurden weder über den Zweck der Studie im Vorfeld aufgeklärt, noch durften sie teilnehmen, wenn sie in den vorangegangenen zwei Monaten eine professionelle Zahnreinigung hatten durchführen lassen. Diese Vorkehrungen sollten einem ungewöhnlichen Einfluss auf die Mundhygiene vor der Studienteilnahme vorbeugen. Genauso wie in den meisten Studien mit zahnmedizinischen Laien wurde auch diese Stichprobe aufgefordert, sich nach bestem Können mit einer Handzahnbürste und bei Bedarf unter Zuhilfenahme von Approximalhygiene ihre Zähne zu reinigen. Zwischen den drei Untergruppen bestanden keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der habituellen Nutzung von manuellen oder elektrischen Zahnbürsten oder der Anwendung einer bestimmten Zahnputztechnik. Erfasst wurden in den zahnärztlichen Untersuchungen der MPI und der TQHI. 96 % der Probandinnen und Probanden erreichten an mehr als 70 % der Flächen am Gingivarand Plaquefreiheit. Die Werte des TQHI lagen unter 0.63. Die Hälfte der Stichprobe erzielte sogar eine Plaquefreiheit an 96 % der Flächen am Zahnfleischrand und TQHI-Werte unter 0.17. Das Erreichen von nahezu vollständiger Plaquefreiheit nach einem Zahnputzvorgang unter rein manuellem Zähneputzen scheint demnach möglich. Die Ergebnisse machen deutlich, dass durch das Zähneputzen ein deutlich höheres Ausmaß an Plaquefreiheit zu erreichen ist, als dies bei zahnmedizinischen Laien in bisherigen Studien beobachtet wurde (Deinzer, Schmidt et al., 2018).

Diese Befunde führen zu der Annahme, dass zahnmedizinisches Fachpersonal berufsbedingt über eine hohe Zahnputzeffektivität verfügt. Die zahnmedizinische Ausbildung selbst, der Prozess der Professionalisierung also, könnte zu Veränderungen des Zahnputzverhaltens führen. Es wäre von großem Interesse zu prüfen, welche Veränderungen des Zahnputzverhaltens im Laufe dieser Professionalisierung beobachtbar sind. Hierfür bietet sich die Analyse von Studierenden der Zahnmedizin in den unterschiedlichen Studienabschnitten an. Tatsächlich waren Zahnmedizinstudierende in den vergangenen fast 50 Jahren immer wieder Gegenstand von Studien, die die Mundgesundheit, Einstellungen zur Mundgesundheit, konkretes Mundhygieneverhalten oder Veränderungen in der Mundhygiene der Studierenden im Studienverlauf untersuchten. Im folgenden Kapitel werden solche Studien chronologisch vorgestellt.

#### **2.1.4 Mundhygieneverhalten von Zahnmedizinstudierenden**

Bereits 1977 untersuchten Lang et al. die „orale Hygiene“ und „gingivale Gesundheit“ von dänischen Zahnmedizinstudierenden unterschiedlicher Semester ( $N = 150$ ) und fanden zwischen den Studienjahren signifikante Unterschiede. Die Plaqueswerte wurden direkt zu Beginn des Studienjahres erhoben. Die schlechtesten Plaqueswerte, evaluiert anhand des sogenannten *Plaque-Index-Systems*, wurden im ersten Studienjahr festgestellt. Sie lagen zwischen 0.56 und 1.85, was bedeutet, dass durchschnittlich zumindest am Gingivarand ein Film aus Plaque festgestellt werden konnte. Vor allem die oralen Flächen der Studierenden im ersten Ausbildungsjahr waren dabei mit mehr Plaque besetzt als bei den höheren Jahrgängen. Die Studierenden des zweiten Ausbildungsjahres wiesen bereits signifikant niedrigere Plaqueswerte auf. Eine ebenso signifikante Verbesserung fand sich zwischen den klinischen Jahren drei und vier. Je fortgeschrittener das Studium war, desto niedriger fielen die Plaqueswerte dementsprechend aus. Als Ursache für die Verbesserung zwischen dem ersten und zweiten Jahr nahmen Lang et al. die Teilnahme der Studierenden an einem Präventionskurs an, in dem Mundhygienetechniken vermittelt worden waren. Dieser Kurs war für die hier beschriebenen Studierenden des zweiten Ausbildungsjahres und dem für sie gültigen Curriculum der bis dahin einzige Kurs mit zahnmedizinischem Bezug (Lang et al., 1977). Zu einer ähnlichen Vermutung über einen Zusammenhang zwischen der Qualität der Mundhygiene und zahnmedizinischen Studieninhalten kamen auch Bakdash & Proshek (1978). Nachdem 127 Studierende im zweiten Jahr nach dem *Plaque-Control-Record* (Plaquescore 0 – 100) beurteilt wurden, wurde im Durchschnitt an 46.7 % der erfassten Zahnbereiche Plaque festgestellt. Zwar wurden 18.8 % der Studierenden mit einem Plaquescore zwischen 0 – 20 von den Autoren als „exzellent“ und „gut“ in ihren Plaqueswerten bewertet, doch erhielt die Mehrheit von 63 % eine Beurteilung von „schlecht“ bis „sehr schlecht“, da die Plaquescores zwischen 36 bis 100 lagen. Tatsächlich korrelierten die Plaqueswerte negativ mit den Leistungen im Kurs „Parodontologie I“ (Bakdash & Proshek, 1978). Dass Zahnmedizinstudierende höherer Semester signifikant niedrigere Plaqueswerte erzielen als Studienanfängerinnen und –anfänger, wurde ebenfalls in einer Studie aus England 1979 beobachtet. Miteinander verglichen wurden hier Zahnmedizinstudierende im Abschlussjahr ( $n = 38$ ) und in der Vorklinik ( $n = 39$ ) (Howat et al., 1979).

Um die Entwicklung der Zahngesundheit bei Zahnmedizinstudierenden genauer zu betrachten, verglichen Cortes et al. 2002 an einer medizinischen Fakultät in Spanien in einer Längsschnittstudie 47 Zahnmedizinstudierende und 45 Humanmedizinstudierende im dritten und noch einmal im fünften Studienjahr

miteinander. Die Beurteilung der Mundhygiene fand hier anhand des Zahnstatus und der selbstberichteten Ausführung der Mundhygiene statt. Eine Erfassung der Plaque wurde nicht durchgeführt. Von Interesse war vor allem der *DMFT-Index* (Anzahl kariöser, fehlender und gefüllter Zähne), die Häufigkeit und Dauer des Zähneputzens und die Nutzung von Zahnseide. Der Vergleich im dritten Ausbildungsjahr zeigte keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen hinsichtlich des DMFT. Der Vergleich im fünften Jahr zeigte allerdings signifikant weniger Zähne und auch signifikant mehr gefüllte Zähne bei Zahnmedizinstudierenden im Vergleich zu den Humanmedizinstudierenden. Offenbar hatten sich Zahnmedizinstudierende im Verlauf ihres Studiums häufiger für das Ziehen von Zähnen und die Behandlung kariöser Stellen entschieden. Die selbstberichtete Frequenz des Zähneputzens war bei Zahnmedizinstudierenden bereits im dritten Studienjahr signifikant höher als bei Humanmedizinstudierenden. Auch die Dauer des Zähneputzens wurde bei Zahnmedizinstudierenden von vornherein als länger angegeben und verlängerte sich ins fünfte Jahr hinein. Signifikant mehr Zahnmedizinstudierende als Humanmedizinstudierende gaben an, Zahnseide zu benutzen. Den Zahnmedizinstudierenden wurde außerdem die Frage gestellt, welches Ausbildungsjahr eine Schlüsselrolle für eine Veränderung in ihrem Mundhygieneverhalten gespielt haben könnte. Alle Zahnmedizinstudierenden berichteten, dass ihnen ihr Studium dabei geholfen habe, Entscheidungen zu ihrer persönlichen Zahnbehandlung zu treffen. Als Schlüsseljahr bewerteten 63,8 % von ihnen rückblickend das dritte Ausbildungsjahr, 17 % eher das vierte Studienjahr als entscheidend. Die Autorinnen und Autoren der Studie zogen das Fazit, dass die untersuchten Zahnmedizinstudierenden eine gute Mundgesundheit hatten und sie in ihrer Motivation und Wahrnehmung zum Thema Mundhygiene sehr positiv eingestellt seien. Der Einfluss des Studiums bestünde darin, die Initiative zu stärken, bestimmte Zahnbehandlungen durchführen zu lassen (Cortes et al., 2002). Mit Einstellungen zur Mundhygiene und selbstberichtetem Mundhygieneverhalten von Zahnmedizinstudierenden hat sich auch Makoto Kawamura befasst. Er entwickelte 1988 das *Hiroshima University – Dental Behaviour Inventory* (HU-DBI), welches bis heute in entsprechenden Untersuchungen zur Anwendung kommt (Kawamura et al., 2000). Anhand einer Stichprobe von 517 Studierenden in Japan validierte Kawamura seinen kurzen Fragebogen, dessen 20 dichotom (Ja/Nein) zu beantwortende Items zum internationalen Forschungseinsatz in mehrere Sprachen übersetzt worden sind. Die selbstberichteten Mundhygieneverhaltensmuster und –einstellungen von Studierenden unterschiedlicher Nationen wurden seitdem immer wieder untersucht. Items wie 1. *I don't worry much about visiting the dentist* oder 3. *I worry about the colour of my teeth* sollen die Einstellung zur Mundhygiene prüfen. Items wie 5. *I use a child sized toothbrush* oder

15. *I put off going to the dentist until I have a toothache* prüfen das Verhalten. Über Items wie 14. *It is impossible to prevent gum disease with toothbrushing alone* oder 6. *I think I cannot help having false teeth when I am old* wird implizit das Wissen über Mundhygiene erfragt. Entsprechende Studien finden einerseits mutmaßlich kulturell bedingte Unterschiede zwischen befragten Nationengruppen. Andererseits wird das Inventar auch innerhalb einer Stichprobe zur Prüfung auf signifikante Unterschiede zwischen unterschiedlichen Semestern angewendet. Autorinnen und Autoren, die den HU-DBI dahingehend nutzten, halten auf Basis der Fragebogendaten häufig fest, dass Zahnmedizinstudierende über positive Einstellungen, ein hohes Wissen und ein regelmäßiges Verhalten hinsichtlich ihrer Mundhygiene berichten und dass sie diese Bereiche im Studium signifikant ausbauen (Ali, 2016; Kawamura et al., 2000; Komabayashi et al., 2006; Muthu et al., 2015; Peker & Alkurt, 2009; Polychronopoulou et al., 2002; Riad, Buchbender et al., 2022; Riad, Pöld et al., 2022; Surme & Akman, 2023; Wieslander et al., 2021).

Die Angaben zum Mundhygieneverhalten in den Selbstberichten sind allerdings nicht zwingend aussagekräftig für die tatsächliche Mundhygiene. Das zeigt sich, wenn neben Einstellungen, Wissen und Mundhygieneverhalten im Selbstbericht auch objektiv Daten zu Plaquewerten erhoben werden. Die Diskrepanz zwischen subjektiven Berichten über die eigene Mundhygiene und objektiv vorliegender Mundhygiene zeigt sich dann vor allem zu Studienbeginn. Die in einer Studie untersuchten 93 Zahnmedizinstudierenden aus dem ersten Studienjahr nutzten zwar laut Selbstbericht zu 56 % Zahnseide und gaben zu 86 % an, sich mindestens zweimal täglich die Zähne zu putzen. Doch standen diese Angaben augenscheinlich im Widerspruch zum ebenfalls erhobenen TQHI. Fast 93 % der Studierenden wiesen moderate bis hohe Plaquewerte auf (Rahman & Kawas, 2013). Bei der Untersuchung einer Stichprobe von 98 Zahnmedizinstudierenden aus den Studienjahren 1 – 3 im Vergleich zu 100 Zahnmedizinstudierenden aus den Studienjahren 4 – 5 im Jahr 2020 wurde ein signifikanter Unterschied in den Plaquewerten (Plaque-Index nach Loe) zwischen beiden Gruppen festgestellt. Die Ergebnisse im HU-DBI wiesen auch hier darauf hin, dass durch den Wissenserwerb im Studium die bestehenden Einstellungen zur Mundgesundheit besser ins Praktische transferiert und ausgebaut werden (Karem et al., 2020).

Die im vorherigen Kapitel berichteten Ergebnisse von Deinzer et al. (2018) weisen darauf hin, dass die Zahnputzeffektivität von zahnmedizinischem Fachpersonal sehr hoch ist. Die dargelegten Befunde zu Zahnmedizinstudierenden zeigen, dass im Rahmen der beruflichen Professionalisierung das selbstberichtete Zahnputzverhalten und die Mundhygiene positiv beeinflusst werden. Der Befund, dass vor allem in den

erhobenen Plaquewerten Unterschiede zwischen Studierenden zu Studienbeginn und Studierenden im fortgeschrittenen Studium bestehen, konnte repliziert werden. Unklar bleibt dabei allerdings, welche Rolle hier die Zahnputzperformanz, also die konkrete Ausführung des Zahnputzvorgangs selbst, spielt. Das folgende Kapitel fasst daher zunächst zusammen, was bereits zur Zahnputzperformanz von gesunden Erwachsenen bekannt ist.

## **2.2 Wie das Zähneputzen ausgeführt wird: Die Zahnputzperformanz**

Die Zahnputzperformanz ist die Gesamtheit aller Aspekte des Zahnputzverhaltens, das in einem Zahnputzvorgang gezeigt wird. Das Zähneputzen wird in einer gewissen Dauer mit typischen unterschiedlichen Putzbewegungen an den verschiedenen Zahnoberflächen ausgeübt. Zunächst sollen an dieser Stelle die allgemeinen Empfehlungen hierzu dargelegt werden (vgl. Kap. 2.2.1). Ob sich die in der Theorie vermittelten Empfehlungen in der systematischen Verhaltensbeobachtung der Zahnputzperformanz von zahnmedizinischen Laien und zahnmedizinischem Fachpersonal dann auch wiederfinden lassen, wird in den Kapiteln 2.2.2 und 2.2.3 dargelegt.

### **2.2.1 Empfehlungen zum Zahnputzverhalten**

Empfehlungen zum Zähneputzen, beispielsweise eine Putzdauer von zwei Minuten oder die Anwendung der modifizierten Basstechnik (siehe unten), werden unter anderem von zahnmedizinischen und medizinischen Fachgesellschaften wie der *American Dental Association* (ADA), der *Bundeszahnärztekammer* (BZÄK) und der *Weltgesundheitsorganisation* (WHO) herausgegeben (American Dental Association, 2024; Initiative proDente & DGZMK, 2024; World Health Organization, 2023). Diese Empfehlungen scheinen eindeutig und haben sich als Maßstab in der Mundhygiene etabliert. Hinsichtlich der empfohlenen Dauer des Zähneputzens wurden in einer Cross-Over-Studie aus dem Jahr 2009 den Probandinnen und Probanden verschiedene Putzzeiten vorgegeben. Sie putzten sich unter Beobachtung in einem Zeitraum von drei Wochen für jeweils 30, 45, 60, 120 und 180 Sekunden die Zähne. Die Abfolge der Putzzeiten erfolgte dabei randomisiert. Zwischen jedem Putzvorgang gab es eine *Wash-out-Phase* von mindestens 72 Stunden sowie eine Plaqueakkumulationsphase von mindestens 24 Stunden. Die Plaque wurde mittels TQHI jeweils vor und nach dem Putzen erfasst. Die Autorinnen und Autoren kamen zu dem Schluss, dass bei einer Mindestputzzeit von zwei Minuten eine höhere Plaquefreiheit erzielt wird als bei den kürzeren Putzzeiten. Bei einer Zahnputzzeit von mehr als zwei Minuten war die Zunahme von Plaquefreiheit nur noch marginal. Allerdings wurde selbst bei der längsten Putzzeit

von 180 Sekunden keine vollständige Plaquefreiheit erreicht (Gallagher et al., 2009). Aus diesem Befund wurde die Maßgabe abgeleitet, dass eine Zahnputzdauer von zwei Minuten zumindest nicht unterschritten werden sollte (Wainwright & Sheiham, 2014). Empfehlungen zur Anwendung einer Systematik oder bestimmten Abfolge (z.B. KAI – Kauflächen, Außenflächen, Innenflächen) beim Zähneputzen zielen darauf ab, dass Bereiche nicht vergessen werden sollen (Dörfer et al., 2007). Hinsichtlich bestimmter Zahnputztechniken sind in der Literatur verschiedene Putzbewegungen beschrieben worden. Ein Beispiel ist die *modifizierte Stillmann-Technik*, bei der die Borsten im 90°-Winkel auf den Zahn gesetzt werden, um dann durch rüttelnde und rollende Bewegungen in Richtung Zahnkrone die Plaque zu entfernen, sozusagen von „Rot nach Weiß“ (Hellwege, 2003; Stillman, 1932). Gemäß *Fones* wiederum sollen die vestibulären Flächen mit kreisenden Bewegungen geputzt werden. Die oralen Flächen hingegen mit horizontalen Bewegungen (Fones, 1921). Nach *Bass* sollen die Borsten der Zahnbürste in einem 45°-Winkel am Zahnfleischrand angesetzt und unter den Zahnfleischrand geführt werden. Mit kurzen, rüttelnden Bewegungen wird die Plaque dann gelöst (Bass, 1954). Ergänzend heißt es in einer Modifikation dazu, dass dann eine Auswischbewegung in Richtung der Kauflächen erfolgen sollte (sog. modifizierte Basstechnik; Katz et al., 1972). Studien, in denen diese Techniken miteinander verglichen wurden, kommen insgesamt betrachtet zu keinen einheitlichen Ergebnissen (Dosumu et al., 2019; Rajwani et al., 2020). In einer umfassenden und detaillierten Netzwerk-Metaanalyse zur Effektivität verschiedener manueller Zahnputztechniken bei Erwachsenen kommen Deinzer et al. (2024) zu dem Ergebnis, dass die Evidenz insgesamt als begrenzt einzustufen ist und Empfehlungen für eine bestimmte Putztechnik nur mit geringer Sicherheit erfolgen können. Insgesamt 15 Studien erfüllten die strengen Kriterien zur Beurteilung der Auswirkung von Putztechniken auf Plaquereduktion und Gingivitis. Die Fonestechnik zeigte dabei mit mäßiger bis hoher Sicherheit eine leichte Verbesserung der Plaquereduktion. Die Basstechnik wiederum zeigte mit geringer Sicherheit eine kurzfristige Plaquereduktion. Auf diesem Stand sind beide Putztechniken wahrscheinlich als gleichwertig zu betrachten. Allerdings ergab die Analyse auch Hinweise darauf, dass das Training der Basstechnik im Vergleich zur Fonestechnik langfristig zu einem leichten Anstieg von Gingivitis führt (Deinzer, Weik et al., 2024). Es besteht dementsprechend weiterhin der Bedarf an Forschung zu der Frage, welche Aspekte der Zahnputzperformanz zu effektivem Zähneputzen beitragen. Systematische Verhaltensbeobachtungen wurden dafür herangezogen, Schlüsselfaktoren für eine effektive Zahnputzperformanz zu identifizieren. Im folgenden Kapitel sollen die Befunde aus entsprechenden Beobachtungsstudien vorgestellt werden, in welchen die Zahnputzperformanz von Laien analysiert wurde.

## **2.2.2 Zahnputzperformanz von zahnmedizinischen Laien**

In einer Reihe von Studien wurde das Zahnputzverhalten von Menschen beobachtet. Dabei wurden Aspekte wie die Zahnputzzeit, angesteuerte Flächen und Putzbewegungen analysiert. In den 1970er-Jahren wurde die unmittelbare Beobachtung beim Zähneputzen, so wie sie zuvor in Studien durchgeführt worden war, zugunsten der reproduzierbaren und hinsichtlich der Beobachtungsqualität besser prüfaren Videobeobachtung abgelöst (Macgregor & Rugg-Gunn, 1979a, 1979b; Macgregor et al., 1986; H. Robinson, 1946). Während in älteren Studien relativ kurze Zahnputzzeiten wie beispielweise durchschnittlich 33 oder 68 Sekunden berichtet werden (Macgregor & Rugg-Gunn, 1985; Saxer et al., 1998), finden sich in aktuelleren Studien zur Putzdauer längere Zahnputzzeiten. Diese reichen dabei von durchschnittlichen 96 Sekunden bis zu 243 Sekunden (Deinzer, Ebel et al., 2018; Deinzer et al., 2021; Ganss et al., 2009; Harnacke et al., 2015; Petker et al., 2019; Weik, Shankar-Subramanian et al., 2023; Winterfeld et al., 2015). In zwei Studien der Arbeitsgruppe um Professorin Deinzer wurde die durchschnittliche Zahnkontaktzeit in Abhängigkeit von der erteilten Putzinstruktion betrachtet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in diesen Studien die Zahnkontaktzeit als die Zeit definiert ist, in der die Borsten der Zahnbürste Kontakt zur Zahnoberfläche haben und Pausen zum Spülen und Ausspucken nicht einbezogen werden. So putzten die Probandinnen und Probanden im Durchschnitt unter der Instruktion „wie gewöhnlich“ ihre Zähne 155 beziehungsweise 195 Sekunden, während die Putzdauer unter der Vorgabe „so gründlich wie möglich“ auf ungefähr 200 beziehungsweise 243 Sekunden anstieg (Deinzer, Ebel et al., 2018; Weik, Shankar-Subramanian et al., 2023). Interessanterweise führte die längere Zahnkontaktzeit jedoch nicht zu signifikant niedrigeren Plaquewerten, was den Ergebnissen der in Kap. 2.2.1 zitierten Studie von Gallagher et al. (2009) entspricht, in der beim Vergleich unterschiedlich langer Zahnputzdauern ebenfalls keine wesentlichen Unterschiede in der Plaqueentfernung durch eine längere Zahnputzzeit festgestellt werden konnten. Warum eine Zahnkontaktzeit, die die empfohlenen zwei Minuten und darüber hinaus dauert, nicht zu niedrigeren Plaquewerten führt, könnte unter anderem an der Verteilung der Zeit auf die Flächen liegen.

Über die Verteilung der Zahnkontaktzeit an den vestibulären und oralen Flächen sind folgende Beobachtungen zu finden: Winterfeld et al. stellten fest, dass 50 % der Zahnkontaktzeit auf die vestibulären Flächen entfiel, allerdings nur 16 % auf die oralen (Winterfeld et al., 2015). In der Studie von Harnacke et al. (2015) entfielen fast 74 Sekunden der Zahnkontaktzeit auf die vestibulären Flächen, während nur knapp 26 Sekunden auf die oralen Flächen entfielen (Harnacke et al., 2015). Obwohl die

okklusalen Flächen für den Risikofaktor Plaque am Gingivarand irrelevant sind, scheinen sie ähnlich lang wie die vestibulären Flächen geputzt zu werden (Deinzer, Ebel et al., 2018). Ähnliche Ergebnisse wurden in weiteren Studien gefunden, die zeigten, dass insbesondere die oralen Flächen wesentlich kürzer als die anderen Flächen geputzt wurden (Deinzer, Ebel et al., 2018; Deinzer et al., 2021; Weik, Shankar-Subramanian et al., 2023). Weiterhin hatten 65.6 % einer Stichprobe von 96 jungen Erwachsenen die oralen Flächen nicht nur kürzer geputzt, sondern zumindest einen Sextanten oral vollständig ausgelassen. Nur 5 % der Stichprobe hatten alle oralen Sextanten für mindestens 7.5 Sekunden geputzt (Deinzer, Ebel et al., 2018). In einer weiteren Studie von Deinzer et al. hatten 29 % der Erwachsenen mindestens einen Sextanten beim Putzen der oralen Flächen vergessen (Deinzer et al., 2021). Bei einer Verlängerung der Zahnkontaktzeit, wie sie unter der Instruktion „gründlich putzen“ vorkommt, scheint es keine zusätzliche Berücksichtigung der bis dahin vernachlässigten Flächen zu geben. Stattdessen dehnten Probandinnen und Probanden die Dauer des Putzens an den Zahnflächen aus, die ohnehin bereits ausgiebig geputzt worden waren, nämlich die vestibulären und okklusalen (Weik, Shankar-Subramanian et al., 2023). Ein Defizit im Putzverhalten könnte demnach die Vernachlässigung bestimmter Zahnflächen darstellen. Dafür spricht zum einen, dass faktisch häufig Areale ausgelassen werden (Deinzer, Ebel et al., 2018; Deinzer et al., 2021). Zum anderen könnten häufige Wechsel zwischen den Sextanten und eine ungleiche Verteilung der Putzzeit auf die Sextanten auf ein nicht konsequent umgesetztes systematisches Vorgehen oder individuelle Putzgewohnheiten, beispielsweise bevorzugte Bewegungsmuster, hinweisen (Eidenhardt et al., 2021b). Solche Bewegungsmuster sind ein weiterer Aspekt, der zur Effektivität des Zähneputzens beitragen könnte. Daher sollen im nächsten Absatz die Beobachtungen zur Analyse der Bewegungen zusammengefasst werden.

Hinsichtlich der Putzbewegungen wie der modifizierten Basstechnik fanden Petker-Jung et al. unter 52 Erwachsenen lediglich zwei Personen, die habituell ihre Zähne technikkonform putzten (Petker-Jung et al., 2022). Überschaute man die Studienlage, so scheinen zahnmedizinische Laien ohne Instruktion oder gezielte vorherige Übung überhaupt nicht oder nur in Einzelfällen die konsistente Anwendung einer in der Literatur beschriebenen Zahnputztechnik über den gesamten Zahnputzvorgang hinweg zu zeigen (Deinzer, Ebel et al., 2018; Ganss et al., 2018; z.B. Ganss et al., 2009; Harnacke, Mitter et al., 2012a; Harnacke et al., 2015; Petker-Jung et al., 2022; Schlueter et al., 2010). Betrachtet man die Ergebnisse zu den Putzbewegungen horizontal, vertikal oder kreisend ergibt sich folgendes Bild: Harnacke et al. stellten mit einem Anteil von knapp 47 Sekunden an 100 Sekunden

Gesamtzahnkontaktzeit vor allem kreisende Putzbewegungen fest, horizontale mit einem Anteil von 34 Sekunden (Harnacke et al., 2015). Auch in den Studien von Ganss et al. wurde festgestellt, dass überwiegend kreisende Putzbewegungen zum Einsatz kamen (Ganss et al., 2018; Ganss et al., 2020; Ganss et al., 2009). Betrachtet man die Bewegungsmuster in Abhängigkeit der Seitenzahnflächen, so wurden vor allem an den vestibulären Flächen mehrheitlich kreisende Bewegungen, dicht gefolgt von horizontalen Bewegungen beobachtet (Deinzer et al., 2021; Petker-Jung et al., 2022; Winterfeld et al., 2015). An den oralen Flächen wiederum kamen vor allem vertikale und horizontale Bewegungen zum Einsatz. In der Studie von Deinzer et al. betrug der Anteil der vertikalen Bewegungen an den oralen Flächen 52 % (Deinzer et al., 2021). Bei Petker-Jung et al. waren wiederum zu 63.4 % horizontale Bewegungen an den oralen Flächen zu beobachten (Petker-Jung et al., 2022). Winterfeldt et al. beschrieben, dass sich die Bewegungsmuster oral aufteilten. In den hinteren oralen Bereichen nutzten die Versuchspersonen horizontale Bewegungen. An den vorderen oralen Flächen wurden vertikale Bewegungen ausgeführt (Winterfeldt et al., 2015). Der Befund, dass vestibulär vor allem kreisend und horizontal geputzt wird, oral hingegen horizontal und vertikal, wiederholte sich in weiteren Studien. Die Anteile der Bewegungen an den Zahnputzzeiten veränderten sich dabei nicht erheblich (Weik, Shankar-Subramanian et al., 2023).

In den hier vorgestellten Studien wurde zum Teil versucht aufzuklären, welche beschriebenen Zahnputzparameter zur Effektivität des Zähneputzens beitragen. Harnacke et al. fanden dabei, dass die Varianz in der Plaquefreiheit insgesamt zu 20.8 % durch eine gleichmäßige Verteilung der Zahnputzzeit und die Putzdauer mit kreisenden Bewegungen aufgeklärt wurde (Harnacke et al., 2015). Auch in der Studie von Deinzer et al. 2018 wurde festgehalten, dass eine ungleiche Verteilung der Zahnputzzeit an den Flächen und Sextanten mit höheren Plaquewerten einherginge. Zudem sei ein großer Anteil horizontaler Bewegungen, welche im Gegensatz zu kreisenden oder vertikalen Putzbewegungen keine sehr elaborierte Putztechnik darstellen, ein Indikator für mangelnde Zahnputzeffektivität (Deinzer, Ebel et al., 2018). Petker-Jung et al. (2022) stellten fest, dass längeres Putzen der vestibulären Flächen mit vertikalen Bewegungen mit höheren Plaquewerten einherging (Petker-Jung et al., 2022).

Fazit dieses Kapitels ist, dass die durchschnittlich gezeigte Zahnputzzeit von zahnmedizinischen Laien durchaus mit der empfohlenen Putzzeit von zwei Minuten korrespondiert. Die Verteilung der Putzzeit fällt dabei mehrheitlich auf die vestibulären und okklusalen Flächen. Die oralen Flächen werden im Vergleich dazu wesentlich kürzer geputzt. Oft werden Bereiche im Mund zu kurz oder gar nicht geputzt. Häufig

beobachtete Putzbewegungen stellen die horizontalen Bewegungen dar, die im Allgemeinen nicht zu den empfohlenen Putzbewegungen zählen. Elaborierte Putztechniken wie sie zum Beispiel Bass beschrieb, werden in der Regel habituell bei zahnmedizinischen Laien nicht beobachtet. Es bleibt offen, ob zahnmedizinisches Fachpersonal sich in diesen Aspekten von Laien unterscheidet. Auf diesbezügliche Erkenntnisse soll im folgenden Kapitel eingegangen werden.

### **2.2.3 Zahnputzperformanz von zahnmedizinischem Fachpersonal**

Zum aktuellen Stand existieren keine Studien über die Zahnputzperformanz zahnmedizinischen Fachpersonals. In dieser Arbeit wird damit erstmalig die Zahnputzperformanz zahnmedizinischen Fachpersonals untersucht. Zahnmedizinisches Fachpersonal hat den Prozess einer Professionalisierung durchlaufen. Im Sinne dieser Arbeit wird Professionalisierung als ein multidimensionaler Prozess verstanden, der sowohl kognitive als auch verhaltensbezogene und motivationale Veränderungen umfasst, insbesondere im Hinblick auf fachlich fundiertes, reflektiertes Handeln im Kontext der Mundhygiene.

Anhand der Befunde zur Zahnputzperformanz zahnmedizinischer Laien ist davon auszugehen, dass zahnmedizinisches Fachpersonal die oralen Flächen länger putzt. Wahrscheinlich kommt es auch weniger zu vergessenen Bereichen. Es sollten außerdem weniger horizontale Bewegungen zu beobachten sein. Abseits dieses konkreten Verhaltens beim Zähneputzen können auch psychologische und motorische Faktoren in Zusammenhang mit einer höheren Zahnputzeffektivität bei zahnmedizinischem Fachpersonal stehen. Diese Faktoren werden im nächsten Kapitel weiter ausgeführt.

## **2.3 Mögliche Determinanten der Zahnputzperformanz**

Die vorliegende Arbeit fokussiert die Analyse der Zahnputzperformanz bei Studierenden der Zahnmedizin. Wie bereits dargelegt, sollen neben der Erfassung der Zahnputzperformanz auch drei weitere potenzielle Einflussfaktoren auf die Zahnputzeffektivität betrachtet werden. Dazu gehören zum einen zwei wichtige psychologische Determinanten, nämlich das Problembewusstsein und die Selbstwirksamkeitserwartung (vgl. Kap. 2.3.1), welche für die Etablierung und Ausführung von Gesundheitsverhalten eine wichtige Rolle zu spielen scheinen. Zum anderen soll in der vorliegenden Arbeit ein Maß für die Ausprägung des motorischen Geschicks erfasst werden, welches ebenfalls für ein effektives Zahnputzverhalten eine Rolle spielen könnte (vgl. Kap. 2.3.2). Diese drei Determinanten werden an dieser Stelle kurz erläutert.

### 2.3.1 Problembewusstsein und Selbstwirksamkeitserwartungen

Gesundheitsverhaltensmodelle wie das *Health Belief Model* (HBM, Rosenstock, 1966), die *Theory of Planned Behavior* (Ajzen, 1991), das *Rubikon-Modell* (Heckhausen & Gollwitzer, 1987) oder das *Transtheoretische Modell* (TTM, Prochaska et al., 1992) benennen verschiedene Faktoren, die mit der Wahrscheinlichkeit gesundheitsbezogenen Verhaltens zusammenhängen. Zwei davon sind das Problembewusstsein und die Selbstwirksamkeitserwartung. Das *Problembewusstsein*, also die subjektive Wahrnehmung, dass ein bestimmtes Verhalten für die eigene Gesundheit relevant ist, weil es zur Verhinderung von Erkrankungen beiträgt, bildet einen (von manchen Modellen nur implizit vorausgesetzten) Ausgangspunkt für Änderungsmotivation. Die Selbstwirksamkeitserwartung wiederum beeinflusst maßgeblich, ob eine geplante Verhaltensänderung tatsächlich umgesetzt wird. Hinsichtlich des Zahnputzverhaltens geben Menschen mehrheitlich an, sich mindestens zweimal täglich die Zähne zu putzen. Hier scheint ein Problembewusstsein dahingehend vorhanden zu sein, dass regelmäßiges Zähneputzen ein relevantes Gesundheitsverhalten darstellt, um Zahnerkrankungen vorzubeugen. Allerdings zeigt sich hinsichtlich des Problembewusstseins um die Zahnputzeffektivität ein anderes Bild. Um zu prüfen, wie es um das Problembewusstsein der persönlichen Zahnputzeffektivität bestellt ist, wurde der Fragebogen *Self-perceived oral cleanliness* (SPOC) vom IMP entwickelt und validiert (Eidenhardt et al., 2022). Dieser Fragebogen ermöglicht es, unmittelbar nach dem Zähneputzen zu erfassen, wie Menschen ihre erreichte Sauberkeit, also ihre Plaquelevel an den Zähnen ohne Kenntnis der tatsächlichen Plaquewerte, selbst einstufen. Ermittelt man die Diskrepanz zwischen selbst eingeschätzter Plaquefreiheit (subjektive Plaquefreiheit) und zahnärztlich ermittelter Plaquefreiheit (objektive Plaquefreiheit), so erhält man einen Eindruck davon, wie es um das Problembewusstsein für die eigene Zahnputzeffektivität bestellt ist. Die Validierungsstudie des Fragebogens sowie zwei weitere Studien zeigten bisher, dass zahnmedizinische Laien ihre Zahnputzeffektivität teilweise doppelt so hoch einschätzten wie sie es objektiv war (Deinzer et al., 2023; Eidenhardt et al., 2022; Weik, Shankar-Subramanian et al., 2023). Ihnen ist dementsprechend nicht bewusst gewesen, dass ein erheblicher Verbesserungsbedarf in der Art und Weise, wie sie das Zähneputzen ausführen, besteht.

Neben dem Problembewusstsein stellt die *Selbstwirksamkeitserwartung* ein weiteres zentrales Konstrukt in der Gesundheitspsychologie dar. Es wurde von Albert Bandura entwickelt (Bandura, 1977) und bezieht sich auf die individuelle Überzeugung, dass man in der Lage ist, bestimmte Handlungen auch unter widrigen Umständen

erfolgreich auszuführen (Schwarzer, 2014). Die Selbstwirksamkeitserwartung ist ein wesentlicher Faktor zur Vorhersage des Gesundheitsverhaltens (Sheeran et al., 2016). Die Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich des regelmäßigen Zähneputzens an sich, auch angesichts widriger Umstände wie beispielsweise unter Zeitdruck oder bei Krankheit, fällt in Studien hoch aus (Eidenhardt et al., 2022; McCaul, 1997; Schüz et al., 2006; Stewart et al., 1997; Woelber et al., 2015). Dies verwundert zunächst nicht, da es sich beim Zähneputzen, wie bereits dargelegt, um ein Gesundheitsverhalten handelt, dessen regelmäßige Ausführung etabliert ist. Um allerdings eine realistische Einschätzung der Selbstwirksamkeitserwartung dahingehend vorzunehmen, sich die Zähne unter allen Umständen auch effektiv putzen zu können, müsste den Befragten zunächst bewusst sein, dass ihr bisheriges Zähneputzen nicht effektiv genug war. Genau dieses Problem zeigt sich bei zahnmedizinischen Laien, denen es an Problembewusstsein für effektives Zähneputzen zu fehlen scheint. Zahnmedizinisches Fachpersonal hingegen sollte durch eine intensivere Auseinandersetzung mit Mundgesundheitsthemen über ein gesteigertes Problembewusstsein verfügen. Das wiederum könnte auch Einfluss auf die Selbstwirksamkeitserwartungen haben. Überlegungen dazu werden in Kap. 2.4 weiter ausgeführt.

### **2.3.2 Motorische Geschicklichkeit**

*Motorisches Geschick* bezieht sich auf die Fähigkeit einer Person, präzise und effektive Bewegungen auszuführen (Kelso, 2014). Motorisches Geschick kann durch Training moduliert werden (Adolph & Franchak, 2017; Granert et al., 2011). Im Kontext des Zähneputzens werden häufiger Studien mit Kindern hinsichtlich ihrer motorischen Entwicklung in Zusammenhang mit dem Zähneputzen durchgeführt (Benadof et al., 2015; Chua et al., 2022; Poche et al., 1982; Pujar & Subbareddy, 2013). Dabei zeigt sich, dass für die Ausführung bestimmter Bewegungen beim Zähneputzen ein Minimum an motorischer Geschicklichkeit notwendig ist. Auch Menschen mit kognitiven und motorischen Einschränkungen profitieren hinsichtlich der Effektivität des Zähneputzens von entsprechenden motorischen Trainings (Snell et al., 1989; Tangnuntachai et al., 2021). Ein möglicher Einfluss motorischen Trainings zur Verbesserung des Zähneputzens wurde bei gesunden Erwachsenen bisher nicht untersucht. Es scheint ein mangelndes Interesse an der Frage zu bestehen, ob auch motorisch uneingeschränkte Personen von einem motorischen Training zur Verbesserung des Zähneputzens profitieren könnten. Dies hängt sicherlich mit der Annahme zusammen, dass die Abwesenheit von Einschränkungen Voraussetzung genug sei, um dem gründlichen Zähneputzen nachgehen zu können. Zahnmedizinisches Fachpersonal trainiert sein motorisches Geschick allerdings täglich, beispielsweise durch den Umgang mit

Instrumenten in engen Mundbereichen. Die praktischen Kurse im Zahnmedizinstudium führen nachweislich zu einer Verbesserung der motorischen Fertigkeiten (El-Kishawi et al., 2021; Johnson et al., 2020; Khare et al., 2020; Ludwig, 2018; Uziel et al., 2023). Möglicherweise hängt ein verbessertes motorisches Geschick auch mit der beobachteten höheren Zahnputzeffektivität bei zahnmedizinischem Fachpersonal zusammen (Deinzer, Schmidt et al., 2018).

#### **2.4 Ableitung der Fragestellungen**

Zahnmedizinische Laien putzen sich nicht effektiv die Zähne (vgl. Kap. 2.1.2). Hohe Prävalenzen plaqueassoziiierter Erkrankungen trotz regelmäßigen Zähneputzens im Selbstbericht sowie hohe persistierende Plaquewerte vor allem an den Gingivarandstellen nach gründlichem Zähneputzen sprechen für Defizite in der Zahnputzperformanz (vgl. Kap. 2.1.1). Tatsächlich zeigen Beobachtungsstudien solche Defizite im Putzverhalten auf (vgl. Kap. 2.2.2). Die Zahnputzperformanz von zahnmedizinischen Laien kennzeichnet sich durch eine ausreichende Zahnkontaktzeit. Allerdings werden dabei vor allem die vestibulären und okklusalen Flächen geputzt. Die oralen Flächen dagegen signifikant kürzer oder gar nicht, beziehungsweise werden einzelne Sextanten komplett ausgelassen. Horizontale Putzbewegungen, deren Effektivität in Frage gestellt wird, werden sehr häufig beobachtet.

Im Gegensatz zu den zahnmedizinischen Laien scheint zahnmedizinisches Fachpersonal über eine hohe Zahnputzeffektivität zu verfügen (vgl. Kap. 2.1.3). Da zahnmedizinisches Fachpersonal eine einschlägige Ausbildung durchlaufen hat, könnte sich dieser Prozess der Professionalisierung auf das Zahnputzverhalten auswirken und ursächlich für eine höhere Zahnputzeffektivität sein. Das Zahnmedizinstudium bietet die Möglichkeit, zahnmedizinisches Fachpersonal in diesem Prozess zu untersuchen. Der aktuelle Forschungsstand weist darauf hin, dass die Zahnputzeffektivität höher ist, je weiter fortgeschritten Studierende im Zahnmedizinstudium sind. Zum jetzigen Forschungsstand kann weiterhin festgehalten werden, dass Zahnmedizinstudierende bereits zu Beginn ihres Studiums über gute Einstellungen zur Mundhygiene verfügen (vgl. Kap. 2.1.4). Im Verlauf ihres Studiums gewinnen sie an zahnmedizinischem Wissen und motorischer Übung dazu (vgl. Kap. 2.3.2). Es bestehen derzeit keine Untersuchungen, die das konkrete Verhalten beim Zähneputzen über unterschiedliche Studienjahre im Zahnmedizinstudium hinweg beobachten. Hierbei wäre zu erwarten, dass Zahnmedizinstudierende im ersten Studienjahr ihre Zähne vergleichbar zu zahnmedizinischen Laien putzen, Zahnmedizinstudierende des letzten Studienjahres hingegen wie zahnmedizinisches Fachpersonal. Es wird auf Basis der beobachteten Zahnputzperformanz zahnmedizinischer Laien angenommen, dass die stärkere

Berücksichtigung der oralen Flächen und eine Reduktion horizontaler Bewegungen zugunsten mehr elaborierter Putzbewegungen wie kreisenden oder vertikalen Bewegungen die Zahnputzeffektivität steigern könnte. Dementsprechend ist anzunehmen, dass Zahnmedizinstudierende im letzten Studienjahr weniger orale Flächen vernachlässigen und anteilig an der Zahnkontaktzeit insgesamt länger ihre oralen Flächen putzen als Zahnmedizinstudierende im ersten Studienjahr. Es wird weiterhin angenommen, dass Zahnmedizinstudierende im letzten Studienjahr weniger horizontale Bewegungen sowohl an den oralen als auch den vestibulären Flächen ausführen.

Hinsichtlich der psychologischen Determinanten der Zahnputzperformanz werden vor dem Hintergrund der Informationen in Kapitel 2.3 folgende Annahmen gemacht: Für das Problembewusstsein bei der gezeigten Zahnputzperformanz könnten Zahnmedizinstudierende im letzten Studienjahr aufgrund ihrer Professionalisierung ihre Zahnputzeffektivität realistischer einordnen als Studierende im ersten Studienjahr. Die objektiv erfasste und subjektiv eingeschätzte Plaquefreiheit der Studierenden im letzten Studienjahr sollte daher kongruenter ausfallen als bei den Studierenden im ersten Studienjahr. Bezüglich der Selbstwirksamkeitserwartungen scheinen zahnmedizinische Laien davon überzeugt zu sein, das Zähneputzen regelmäßig gründlich ausführen zu können. Bei Zahnmedizinstudierenden könnte sich hinsichtlich der Selbstwirksamkeitserwartung zum regelmäßigen gründlichen Zähneputzen über die Studienjahre hinweg eine Veränderung in zwei Richtungen einstellen: Es könnte sein, dass sich die Selbstwirksamkeitserwartung angesichts eines gesteigerten Problembewusstseins reduziert, da Zahnmedizinstudierenden in höheren Semestern der Anspruch einer gründlichen Zahnreinigung womöglich bewusster ist; es könnte allerdings auch sein, dass die Selbstwirksamkeitserwartung durch den Zuwachs an zahnmedizinischer Kompetenz und Erfahrung steigt. Das motorische Geschick sollte sich im Verlauf des Zahnmedizinstudiums durch praktische Übungen und klinische Tätigkeiten weiterentwickeln. In der vorliegenden Arbeit wird überprüft, ob Studierende im letzten Studienjahr ein höheres motorisches Geschick zeigen als Studierende im ersten Studienjahr.

Die zentralen Annahmen dieser Fragestellungen werden auf der folgenden Seite als Hypothesen zusammengefasst.

## **2.4.1 Hypothesen**

### **Hauptfragestellung 1**

Welche Verhaltensunterschiede sind in der Zahnputzperformanz zwischen Zahnmedizinstudierenden im ersten und letzten Studienjahr zu finden?

#### Primäre Hypothesen zur Zahnputzperformanz

H1: Zahnmedizinstudierende im letzten Studienjahr vernachlässigen oral weniger Sextanten beim Zähneputzen als Zahnmedizinstudierende im ersten Studienjahr.

H2: Zahnmedizinstudierende im letzten Studienjahr verwenden einen prozentual kleineren Zeitanteil der Gesamtputzzeit auf das Putzen mit horizontalen Bewegungen ihrer vestibulären Zahnflächen als Zahnmedizinstudierende im ersten Studienjahr.

#### Sekundäre Hypothesen zur Zahnputzperformanz

H1a: Zahnmedizinstudierende im letzten Studienjahr verwenden einen prozentual größeren Zeitanteil der Gesamtputzzeit auf das Putzen der oralen Flächen als Zahnmedizinstudierende im ersten Studienjahr.

H2b: Zahnmedizinstudierende im letzten Studienjahr verwenden einen prozentual kleineren Zeitanteil der Gesamtputzzeit auf das Putzen mit horizontalen Bewegungen ihrer oralen Zahnflächen als Zahnmedizinstudierende im ersten Studienjahr.

### **Hauptfragestellung 2**

Welche psychologischen und motorischen Unterschiede sind bei Zahnmedizinstudierenden unterschiedlicher Semester zu finden?

#### Hypothesen zu psychologischen und motorischen Variablen

H3: Die Differenz zwischen der subjektiv wahrgenommenen und der tatsächlich erreichten Freiheit von Plaque ist im ersten Studienjahr größer als die Differenz beider Werte im letzten Studienjahr.

H4: Die Selbstwirksamkeitserwartungen verändern sich im Verlauf des Studiums.

H5: Zahnmedizinstudierende im letzten Studienjahr verfügen über eine größere motorische Geschicklichkeit als Zahnmedizinstudierende im ersten Studienjahr.

### 3 Material und Methoden

Die vorliegende Arbeit behandelt die Studie *Professionalisierung und Technik des Zähneputzens im Studium (PUTZIS): Analyse von Zahnmedizinierenden unterschiedlicher Semester mit verschiedenen Technologien*, die Teil eines größeren Forschungsprojektes ist. Für dieses Projekt haben sich das Institut für Medizinische Psychologie (IMP) der Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU), das Institut Intelligente Eingebettete Systeme (IES) der Universität Kassel und der Fachbereich Gesundheit der Technischen Hochschule Mittelhessen (THM) zusammengeschlossen. Unter dem Titel *Den Zahnputzvorgang von Grund auf verstehen: Neues Forschungsgerät zur multisensoriellen Erfassung und intelligenten Analyse des Zähnebürstens (Brushalyze)* wird das Projekt durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert (Antragsnummer: DE 527/8-1). Die multisensorisch ausgerüstete Zahnbürste namens Brushalyze soll mithilfe von KI-Modellen dazu beitragen, den Vorgang des Zähneputzens technisch präzise zu erfassen. Künftig sollen dadurch die Videoauswertungen durch Personen abgelöst werden. Das auf 36 Monate ausgerichtete Projekt beinhaltet mehrere Studien zur Sammlung von Sensoraufnahmen. Um das Spektrum möglicher Verhaltensweisen beim Zähneputzen anhand der Sensordaten so weit wie möglich zu erfassen, wurde auch die Erhebung mit zahnmedizinisch professionalisierten Personen eingeplant. Bei PUTZIS handelt es sich um eine quasi-experimentelle Querschnittstudie mit Verblindung. Die vorliegende Arbeit verwendet die Daten der Brushalyze als solche nicht, trotz ihrer Nutzung durch die Versuchspersonen zum Zähneputzen, sondern verbleibt bei der bislang noch zuverlässigeren Analyse der dabei entstandenen Videoaufnahmen durch Personal. Eine weitere Untersuchung im Rahmen von PUTZIS zur Effektivität des Zähneputzens der Zahnmedizinierenden, gemessen anhand ihrer unmittelbar nach dem Zähneputzen erfassten Plaquewerte, die Verwendung von Approximalhygiene sowie mögliche Lerneinflüsse durch das Zahnmedizinikum sind Themen der Dissertation von Nils Berneburg (NB). Die Ergebnisse zu den Plaquewerten oder die Nutzung von Approximalhygieneutensilien werden in der vorliegenden Arbeit daher nicht ausführlich diskutiert. In diesem Kapitel werden vorab Informationen zu ethischen Aspekten der Arbeit dargelegt (vgl. Kap. 3.1 ff.). Es folgt eine Beschreibung des allgemeinen Untersuchungsablaufes und der Rekrutierung, bei der bereits erste Daten erhoben wurden (vgl. Kap. 3.2). Welche Parameter daraufhin bei einer Laboruntersuchung erhoben wurden und wie sie erhoben worden sind, ist ab Kapitel 3.3 nachzulesen. Der Methodenteil endet mit einer kurzen Vorstellung über die geplanten statistischen Vorgehensweisen. Darin enthalten ist auch die Stichprobenumfangsplanung (vgl. Kap. 3.6).

### 3.1 Ethik und Datenschutz

Das Projekt Brushalyze ist durch die Ethikkommission der JLU Gießen am 27.01.2020 mit einem positiven Votum versehen worden (AK 261/19). Das darin integrierte Teilprojekt PUTZIS wurde über ein Amendement am 09.03.23 ebenfalls durch die Ethikkommission der JLU Gießen positiv begutachtet. Das Studienprotokoll für PUTZIS wurde am 31.03.23 beim *Deutschen Register Klinischer Studien* (DRKS) eingereicht. Die offizielle Registrierung der Studie erfolgte dort am 17.04.2023 (DRKS-ID: DRKS00031601).

Die erste Datenerhebung erfolgte bei den Rekrutierungsterminen in der Zahnklinik der JLU Gießen in Form digitaler Fragebögen (vgl. Kap. 3.2). Studierende, die diese Fragebögen vollständig ausfüllten und auch den darin geprüften Kriterien entsprachen (vgl. Kap. 3.2.1), konnten in den darauffolgenden Wochen an einer Laboruntersuchung im IMP teilnehmen (vgl. Kap. 3.2.2). Aus diesen beiden Terminen ergaben sich eine Gesamtstichprobe und eine daraus resultierende Laborstichprobe. Die Teilnahme war immer freiwillig. Die Teilnehmenden wurden über das Projekt Brushalyze, den Datenschutz gemäß *DSGVO*, die Datenverarbeitung sowie mögliche Risiken aufgeklärt. Die Einwilligung zur Datenerhebung über die Fragebögen am Rekrutierungstermin erfolgte digital nach schriftlicher Aufklärung. Für die Teilnahme am etwa einstündigen Labortermin, der eine Verhaltensbeobachtung beim Zähneputzen und zahnärztliche Untersuchungen umfasste, erfolgte die Einwilligung schriftlich nach einem Aufklärungsgespräch vor Ort. Eine Version jeder Einwilligung wird für zehn Jahre im IMP archiviert. Die Teilnahme am Rekrutierungstermin war anonym, während mit der Teilnahme am Labortermin eine Pseudonymisierung der Daten erfolgte. Mittels beim Rekrutierungstermin generierter Codes (vgl. Kap. 3.2) wurden die Daten beider Termine zusammengeführt. Personenbezogene Daten wie Name und E-Mail-Adresse wurden strikt getrennt und sicher verwahrt. Zur Teilnahme wurden alle Zahnmedizinierenden der JLU im Sommersemester 2023 eingeladen, unabhängig von Alter, Geschlecht, Ethnie oder Religionszugehörigkeit. Für den Labortermin mussten bestimmte Ein- und Ausschlusskriterien hinsichtlich der Mundgesundheit erfüllt werden (s. Kap. 3.2.1). Psychische oder physische Schäden durch die Studie waren nicht zu erwarten. Die non-invasive zahnärztliche Untersuchung, die beim Labortermin durchgeführt wurde, konnte zu unangenehmen Empfindungen im Mundraum und reversiblen Zahnfleischbluten führen. Die zahnärztliche Untersuchung in diesem Rahmen ist als Befunderhebung zu werten und erfolgte nicht zu diagnostischen Zwecken, zur Mitteilung oder zur Behandlung von Erkrankungen. Teilnehmende des Labortermins erhielten eine Aufwandsentschädigung von 25 €.

### **3.2 Rekrutierung und Untersuchungsablauf**

Zu Beginn des Sommersemesters 2023 (11.04. – 02.05.23) besuchten die Versuchsleitenden, NB und die Autorin dieser Arbeit, Carlotta Bottenbruch (CB), die Einführungsveranstaltungen aller zahnmedizinischen Semester der JLU Gießen. Die Besuche wurden in Absprache mit dem Lehrpersonal der Zahnklinik koordiniert und bewilligt. Vor Ort hielten sie eine etwa dreiminütige Präsentation, die das Forschungsprojekt Brushalyze vorstellte und um die Mitwirkung der Studierenden bei der Weiterentwicklung der Forschungszahnbürste warb (s. Anhang A). Anschließend wurden die Studierenden gebeten, über den Link [www.soscisurvey.de/PUTZIS](http://www.soscisurvey.de/PUTZIS) an den digitalen Fragebögen teilzunehmen. Die Fragebögen erfassten soziodemographische Daten (z.B. Alter, Geschlecht, Semesterzugehörigkeit, zahnmedizinische Vorerfahrungen durch Ausbildung, Praktika oder Elternhaus), Selbstberichte zur Mundhygiene, subjektiv wahrgenommene Einflüsse des Zahnmedizinstudiums darauf, die Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich des täglichen gründlichen Zähneputzens sowie die Ein- und Ausschlusskriterien für die Laboruntersuchung. Die Fragebögen sind in präsentierter Reihenfolge im Anhang aufgeführt (s. Anhang B). Teilnehmende, die alle Fragebögen ausfüllten und die Kriterien erfüllten, wurden am Ende des Fragebogenkatalogs darüber informiert, dass sie für einen Labortermin infrage kommen und darum gebeten, einen persönlichen Code zu generieren (s. Anhang C). Über einen separaten Onlinekalender (<https://terminplaner6.dfn.de>) konnten Interessierte unter Angabe ihres Namens und ihrer E-Mail-Adresse einen Termin für die Laboruntersuchung buchen. Die Versuchsleitung erhielt die Buchungen per E-Mail und verschickte Terminbestätigungen sowie Unterlagen zur Laboruntersuchung (Wegbeschreibung zum IMP, Teilnahmeinformation, Kontodatenblatt für die Aufwandsentschädigung).

#### **3.2.1 Ein- und Ausschlusskriterien für die Laboruntersuchung**

Die Ein- und Ausschlusskriterien konnten am Ende des Fragebogens beim Rekrutierungstermin von den Zahnmedizinierenden bearbeitet werden. Über Filtereinstellungen wurden die Teilnehmenden nach der Beantwortung auf eine Seite geführt, auf der sie jeweils darüber in Kenntnis gesetzt wurden, ob sie anhand der Ein- und Ausschlusskriterien für einen Labortermin infrage kommen oder nicht. Die Ein- und Ausschlusskriterien lauteten wie folgt:

##### **Einschlusskriterien**

- Mindestalter 18 Jahre
- Vorhandensein von mindestens 20 natürlichen Zähnen

### **Ausschlusskriterien**

- Keine kieferorthopädische Apparatur wie z.B. Zahnspange oder Retainer im Oberkiefer (Retainer im Unterkiefer sind davon ausgenommen)
- Kein Zahnschmuck oder orale Piercings
- Keine Schwangerschaft oder Stillzeit
- Keine Verletzungen, die die Ausübung der Mundhygiene einschränken (z.B. eine Armverletzung)
- Keine professionelle Zahnreinigung oder Politur in den vorangegangenen zwei Wochen
- Kein Konsum von fünf oder mehr Zigaretten pro Tag
- Keine akute oder chronische Erkrankung mit Einfluss auf die Mundhygiene (z.B. Diabetes)
- Keine Einnahme von Medikamenten mit Einfluss auf die Mundhygiene (z.B. Immunsuppressiva)

In früheren Studien des IMP war die habituelle Nutzung einer Handzahnbürste in der Regel ein Einschlusskriterium, weil der Fokus häufig auf der Untersuchung des Zahnputzverhaltens mit der Handzahnbürste lag. Mindestens zwei Drittel der Zahnputzvorgänge mussten dafür in den vorangegangenen sechs Monaten mit einer solchen durchgeführt worden sein. Die habituelle Nutzung einer elektrischen Zahnbürste hätte die Fertigkeit im Umgang mit einer Handzahnbürste beeinflussen können. Als Ausschlusskriterium galt in früheren Studien des IMPs häufig das Tragen eines Retainers, da dieser sowohl eine intensivere Pflegeeinweisung mit sich bringt als auch eine erhöhte Plaqueanfälligkeit verursacht. Beides hätte die Interpretation der Zahnputzeffektivität verfälschen können. Diese Kriterien, habituelle Nutzung einer Handzahnbürste sowie das Nichttragen eines Retainers, hätten jedoch die Anzahl potenzieller Versuchspersonen stark reduziert. Eine anonyme Vorabbefragung unter Zahnmedizinierenden deutete darauf hin, dass die Mehrheit elektrische Zahnbürsten nutzt, während persönliche Erfahrungswerte der zahnmedizinischen Doktoranden im IMP darauf hinwiesen, dass viele Studierende Retainer tragen. Zur Frage, ob die Nutzung elektrischer Zahnbürsten die Handhabung einer Handzahnbürste beeinflusst, wurden infolgedessen Studien herangezogen, die beide Nutzergruppen verglichen. Die Untersuchenden fanden keine signifikanten Unterschiede in Zahnputzdauer, angesteuerten Flächen oder Plaquewerten nach Zähneputzen zwischen habituell manuell oder habituell elektrisch Zahnputzenden (Petker et al., 2019; Petker-Jung et al., 2022). Daher wurde das Einschlusskriterium der habituellen

Handzahnbürstennutzung zugunsten der Probandenanzahl verworfen und die bevorzugte Zahnbürstenart als Kontrollvariable eingeführt. Bezüglich des Retainertragens ergab die Literatur ebenfalls Grund zur Modifikation des Kriteriums. Hinsichtlich der Plaqueakkumulation unterscheiden sich Retainer je nach Position im Kiefer. Im Unterkiefer sind Retainer durch Speichelfluss weniger anfällig für Plaque als im Oberkiefer (Dowd, 1999; Kartal & Kaya, 2019; Khoury & Sultan, 2023; Llana-Puy, 2006). Um die Stichprobe nicht weiter zu verkleinern, durften Personen mit einem Unterkieferretainer teilnehmen. Auch das Retainertragen wurde als Kontrollvariable eingeführt.

### **3.2.2 Allgemeiner Ablauf der Laboruntersuchung**

Insgesamt sechs Personen waren an der Durchführung der Laboruntersuchungen beteiligt. Davon hatten neben der Autorin dieser Arbeit (CB) drei weitere einen psychologischen Ausbildungshintergrund: Danae Quäl (DQ), Marcel Schepko (MS) und Ulrike Weik (UW) und zwei einen zahnärztlichen: Erika Sitter (ES) und NB. Zwischen dem 02.05. und 26.05.23 fanden an 19 Tagen die gebuchten Labortermine im IMP statt. Jeder Termin dauerte etwa eine Stunde. Zwei Teams führten die Untersuchungen parallel durch: Team Blau mit DQ oder MS (psychologisch) und ES (zahnärztlich) sowie Team Grün mit UW oder CB (psychologisch) und NB (zahnärztlich). Ein einzelner Versuchsablauf fand in drei unterschiedlichen Räumen statt, von denen zwei psychologisch und einer zahnärztlich genutzt wurden. Alle Versuchsleitungen arbeiteten nach einem strengen Protokoll, das ihnen wortwörtlich die Interaktion mit Probandinnen und Probanden vorgab (s. Anhang F). Alle an der Datenerhebung beteiligten Personen waren gegenüber der Semesterzugehörigkeit der Teilnehmenden verblindet. Die Teilnehmenden wiederum gegenüber den Hypothesen zur Zahnputzeffektivität und -performanz. Nach Ankunft in den Laborräumen wurden die Versuchspersonen von der psychologischen Versuchsleitung empfangen und in einen Besprechungsraum geführt. Dort wurde der Untersuchungsablauf erläutert, offene Fragen beantwortet und die schriftliche Einwilligung eingeholt (s. Anhang E). Der persönliche Code, der am Rekrutierungstermin generiert wurde, wurde mit einer Liste abgeglichen, um die Teilnahmeberechtigung zu prüfen (s. Anhang C). Zudem wurde erneut sichergestellt, dass alle Ein- und Ausschlusskriterien erfüllt waren (s. Anhang D). Nach Einwilligung zur Studienteilnahme erfolgte in einem für zahnmedizinische Untersuchungen ausgestatteten Raum die erste zahnärztliche Untersuchung zur Befundung von Gebiss und Zahnfleisch (DMFT, PBI; s. Kap. 3.3). Anschließend wurden die Teilnehmenden in einen Nachbarraum zur Videoaufnahme beim Zähneputzen geführt. Wie dieser Abschnitt zur Erfassung des Zahnputzverhaltens im Detail ablief, ist

Kap. 3.4 zu entnehmen. Direkt nach der Verhaltenserfassung beim Zähneputzen wurden die Versuchspersonen zurück in den zahnmedizinisch ausgestatteten Raum gebracht. Dort wurde in einer zweiten zahnärztlichen Untersuchung die Plaqueverteilung dokumentiert (MPI; vgl. Kap. 3.3). Zum Abschluss wurden in dem Besprechungsraum vom Beginn das motorische Geschick (vgl. Kap. 3.5.3) und die *Self-perceived oral cleanliness* (vgl. Kap. 3.5.1) erfasst. Nach Abgabe des Kontodatenblatts zur Übersendung der Aufwandsentschädigung wurden die Teilnehmenden verabschiedet. Die geplante Termindauer von etwa einer Stunde wurde in der Regel eingehalten. Die Teilnehmenden, die der Gesamtstichprobe vom Rekrutierungstermin entstammten und nun zusätzlich die Laborstichprobe bildeten, konnten später anhand der selbst generierten Codes vom Rekrutierungstermin den Studienjahren zugeordnet werden. So wurden die Vergleiche zwischen dem ersten und letzten Studienjahr in der Zahnputzperformanz trotz Verblindung möglich. Zur Erhöhung der internen Validität der Laboruntersuchungen wurden Maßnahmen erhoben, die im folgenden Kapitel dargestellt werden.

### **3.2.3 Umgang mit Störvariablen**

Um die interne Validität der Studie zu erhöhen, wurden verschiedene Vorkehrungen getroffen. Um *systematischen Gruppenunterschieden* vorzubeugen, trugen die Ein- und Ausschlusskriterien zur Homogenisierung der Stichproben bei. Die habituelle Nutzung elektrischer Zahnbürsten sowie das Vorhandensein von Retainern waren keine Ausschlusskriterien mehr, wurden aber als Kontrollvariablen erfasst. Auch die Geschlechterverteilung wurde als Kontrollvariable verarbeitet, da Hinweise darauf bestehen, dass Frauen ihre Mundhygiene gewissenhafter verfolgen als Männer (z.B. Gleissner, 2014). Weiterhin wurde bei der Datenverarbeitung deskriptiv überprüft, ob die Laborstichprobe in ihren Merkmalen wie Soziodemographie oder selbstberichtetem Mundhygieneverhalten der Gesamtstichprobe entspricht und ob die Laborstichproben des ersten und letzten Studienjahres hinsichtlich der Kontrollvariablen miteinander vergleichbar sind. Etwaige Unterschiede hätten statistisch kontrolliert werden können. Zur Vermeidung von *Untersuchungsfehlern* folgten Rekrutierung und Laboruntersuchung einem standardisierten Ablauf (vgl. Anhang F). Die Laboruntersuchung bot eine konstante, für alle Teilnehmenden gleiche Situation durch feste Vorgaben zu Material, Durchführung, Interaktion und Aufbau des Settings. Um auszuschließen, dass die Brushalyze, die trotz manueller Nutzung in ihrer Bauweise einer elektrischen Zahnbürste ähnelt, das Zahnputzverhalten beeinflusst, wurde vorab in einer Cross-Over-Studie mit  $N = 50$  Versuchspersonen an zwei Messzeitpunkten im Abstand von sieben Tagen geprüft, ob sich die Nutzung von der einer Handzahnbürste

unterscheidet. Die Ergebnisse zeigten, dass die Brushalyze keinen gravierenden Einfluss hat und in ihrer Nutzung mit einer Handzahnbürste vergleichbar ist (Deinzer, Eidenhardt et al., 2024). Durch eine doppelte Verblindung sollte sowohl *Versuchsleiter* als auch *Versuchspersonenfehlern* entgegengewirkt werden. Die Versuchsleiter waren gegenüber der Semesterzugehörigkeit verblindet. Die Versuchspersonen wurden zwar über das Projekt Brushalyze informiert, jedoch nicht darüber, dass das Zähneputzen im Kontext der Semesterzugehörigkeit untersucht wurde. Um zu begrenzen, dass Zahnmedizinstudierende untereinander Informationen über die Studie teilen oder von aktuellen Studieninhalten beeinflusst werden, wurde der Laborteil straff an 19 Tagen zu Beginn des Sommersemesters (02.05. – 26.05.23) mit Terminen von montags bis samstags zwischen 9 – 17 Uhr durchgeführt.

### 3.3 Zahnärztliche Untersuchung

Dieser Abschnitt wird kurzgefasst, da die Ergebnisse der Befundung nicht im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen, sondern in der Dissertation von Nils Berneburg ausführlich analysiert und diskutiert werden. Zur Dokumentation bediente sich die zahnärztliche Versuchsleitung (ES bzw. NB) einerseits einer Patientenverwaltungssoftware (Multizentrisches Dokumentationssystem, MZD), andererseits eines USB-Fußschalters (USB Foot Switch, Scythe Co., LTD, Tokio, Japan), der eine eigenständige und vor allem kommunikationslose Eingabe der Befunde vor den Versuchspersonen ermöglichte.

Analog zur Vorbereitung der Verhaltensanalysen (s. Kap. 3.4.2) wurden auch für die klinischen Befundungen alle Zahnärztinnen und Zahnärzte durch geschulte Vorgänger eingewiesen und kalibriert. Hierfür mussten die zu kalibrierenden Zahnärztinnen und Zahnärzte fünf von der geplanten Studie unabhängige Testpersonen nacheinander hinsichtlich aller benötigten Indizes (PBI, MPI) untersuchen und in > 90 % der Werte übereinstimmen. In der vorliegenden Studie gab es zwei zahnärztliche Untersuchungen, einmal vor und einmal nach dem Zähneputzen. Vor dem Zähneputzen wurden der DMF-T und der PBI erhoben. Der *DMF-T* (Decayed, Missing, Filled – Teeth) ist ein Maß der Mundgesundheit. Hierbei werden alle Flächen eines Zahns begutachtet und anhand der oben benannten Kriterien (Kariesläsion, fehlend, gefüllt) beurteilt. Der *Papillen-Blutungs-Index (PBI)*, ursprünglich von Saxer & Mühlmann (Saxer & Mühlmann, 1975), modifiziert von Rateitschak (Rateitschak & Wolf, 1989), wurde hier in der Bewertung dichotom abgekürzt zu *Blutung vorhanden* und *Keine Blutung vorhanden*. Der PBI ist ein Indikator für die mittel- und langfristige Mundgesundheit.

Der Marginale Plaque Index (Deinzer et al., 2014) wurde unmittelbar nach dem Zähneputzen erfasst und ermittelt die Beläge, die sich am Zahnfleischrand befinden (s. Kap. 2.1.1). Die Sichtbarkeit der Beläge wurde durch eine quadranten- und flächenweise Trockenlegung und Anfärbung über Mira-2-Ton® (*miradent* Mira-2-Ton, Hager & Werken) hergestellt. Für den MPI sind acht Messstellen pro Zahn vorgesehen (jeweils oral und vestibulär: distal, zerviko-distal, zerviko-mesial und mesial). Es wird pro Messstelle entschieden, ob sich dort Plaque befindet oder nicht. Die Stärke der Plaque wird dabei nicht bewertet, da strenggenommen jedes Plaquevorkommen ein Risiko für Parodontalerkrankungen darstellt. Der MPI ist ein Indikator für die Zahnputzeffektivität und wurde in dieser Arbeit zur Beschreibung der Stichprobe und zur Bildung von Extremgruppen genutzt. Der MPI korreliert hoch ( $r \geq .80$ ) mit anderen Plaqueindizes wie z.B. dem TQHI (Weik et al., 2024).

### 3.4 Die Erfassung der Zahnputzperformanz

In Kapitel 3.2.2 wurde der Ablauf der vollständigen Laboruntersuchung bereits grob beschrieben. Hier soll nun auf die Verhaltenserfassung der Zahnputzperformanz detailliert eingegangen werden.

Die Aufnahme des Zahnputzvorgangs fand in einem eigens dafür hergerichteten Raum mit mobilem Waschbecken und Kameras statt, dem ein Kontrollraum mit Monitoren und einer Gegensprechanlage vorgeschaltet war. Vor jedem Labortermin wurde der Untersuchungsraum mit den erforderlichen Materialien ausgestattet (s. S. 33, Abbildung 1). Die Brushalyze wurde per *Brushalyze App*, die der Aufzeichnung der Sensordaten diente, kalibriert (s. Abbildung 1, Nr. 10 – 11, 14). Die Kalibrierung wurde in der Regel vor jedem Termin erneut durchgeführt. Die App- und Videoaufnahmen wurden mit der entsprechenden Probandennummer beziffert. Drei Kameras filmten die Versuchspersonen: Zwei Seitenkameras waren an den Wänden installiert (AXIS V5915, .wmv, 25 fps), eine Tabletkamera war frontal vor der Versuchsperson positioniert (Samsung Tab S6 Lite, MP4, 120 fps) (s. S. 34, Abbildung 2). Die Seitenkameras wurden mit der Software VideoSyncPro (Mangold International GmbH, Deutschland) über den PC im Kontrollraum gesteuert und bei jeder Aufnahme per Zoom so justiert, dass jede Person optimal erfasst wurde. Besonders relevant war die Tabletaufnahme, da sie die Versuchsperson frontal aufzeichnete und ihr gleichzeitig als Spiegel diente. Die Seitenkameras wurden ergänzend eingesetzt, um Bewegungen außerhalb des Tabletbildes erfassen zu können. Nach Betreten des Beobachtungsraums wurde der Versuchsperson das Setting erläutert, einschließlich der bereitgestellten Materialien wie Wasser, Trinkbecher und Zahnpasta (s. Abbildung 1, Nr. 3 – 7). Die Versuchsleitung setzte unter Einmalhandschuhen einen frischen Bürstenkopf auf die Brushalyze, um die Hygienestandards sichtbar zu wahren (s. Abbildung 1, Nr. 1, 8). Anschließend wurde erklärt, dass die Brushalyze mit Sensoren ausgestattet ist und zur Orientierung ein Kopfgestell benötigt. Dieses wurde der Versuchsperson angepasst (s. Abbildung 1, Nr. 12 – 13). Daraufhin folgte die Höhenanpassung des Tabletstativs und der Start aller Videoaufnahmen (Tablet und Seitenkameras). Nach der Aktivierung der Kameras erfolgte die Anweisung für eine Referenzmessung der individuellen Gebissbreite mit der Brushalyze. Die Versuchsperson wurde dabei gebeten, mit der Brushalyze einmal vom linken zum rechten hinteren Backenzahn entlangzufahren. Dies diente der individuellen räumlichen Validierung in der Sensordatenanalyse.

## Abbildung 1

### Materialien und Geräte zur Versuchsdurchführung des Zähneputzens



*Anmerkung.* 1: Einmalhandschuhe (Vasco® Nitril Soft *white*, Braun). 2: Desinfektionstücher (mikrozid® wipes, Schülke). 3: Utensilien der Approximalhygiene (Zahnseide gewachst, Elmex®; Easypick™, TePe®; Interdentalbürste 4mm und 2mm, Elmex®; Special-Floss, Meridol®). 4: Wasserflasche. 5: Einmalbecher. 6: Zahnpasta (Meridol®). 7: Einmaltücher. 8: Bürstenaufsätze (medium, Purodent). 9: Magnetometer zur Synchronisationssignalgabe (Technische Hochschule Mittelhessen). 10: Brushalyzer (Forschungszahnbürste, THM). 11: Zahnbürstenhalter (THM). 12: Kopfgestell Brushalyzer (THM). 13: Aufsatz für Kopfgestell (THM). 14: Samsung e10 mit geöffneter Brushalyzer App (Intelligent Embedded Systems, Uni Kassel).

Nach der Referenzmessung begann der Hauptteil der Untersuchung: das Zähneputzen. Die Versuchsperson wurde informiert, dass sie dabei allein ist, während sich die psychologische Versuchsleitung im Kontrollraum befindet. Akustischer Kontakt bestand über eine Gegensprechanlage. Alle bereitgestellten Materialien konnten frei genutzt werden. Das Ende des Zähneputzens sollte mit „Fertig!“ signalisiert werden. Die Versuchsperson wurde angewiesen, die Zähne „so gründlich wie möglich, so dass sie ganz sauber sind“ zu reinigen. Zum Untersuchungsbeginn wurde mit einem Magnetometer ein Synchronisationssignal gesetzt (s. Abb. 1, Nr. 9). Die Instruktion zum bestmöglichen Zähneputzen wurde nach Verlassen des Beobachtungsraums über die Gegensprechanlage wiederholt, ergänzt um die Aufforderung: „Bitte beginnen Sie jetzt!“.

## Abbildung 2

### *Perspektive der Seitenkamera 2 auf die Beobachtungssituation*



*Anmerkung.* Die zweite Seitenkamera zeigt eine Versuchsperson vor dem mobilen Waschbecken mit Stativ und Tablet, bereit zum Zähneputzen. Die Person erhält eine letzte Anweisung der psychologischen Versuchsleitung. Im Hintergrund steht der Tisch mit Materialien (s. S. 33, Abb. 1). In der linken Ecke an der Wand ist die erste Seitenkamera neben den Lautsprechern der Gegensprechanlage zu sehen.

Während des Zahnputzvorgangs rief die psychologische Versuchsleitung im Kontrollraum auf einem zweiten Tablet den Fragebogen für die spätere Erhebung der subjektiven Sauberkeit mit dem SPOC auf ([www.soscisurvey.de/PUTZIS\\_Labor](http://www.soscisurvey.de/PUTZIS_Labor)). Auf der ersten Seite dokumentierte sie die Probandennummer, den persönlichen Code und simultan die Nutzung von Approximalhygieneutensilien. Die Videoaufzeichnung nahm abhängig von der Versuchsperson unterschiedlich viel Zeit in Anspruch. Nach dem von der Versuchsperson signalisierten Ende des Zähneputzens betrat die Versuchsleitung wieder den Untersuchungsraum, setzte erneut ein Synchronisationssignal, um in den Sensordaten den Endpunkt des Zähneputzens zu markieren, stoppte die Kameras und führte die Person unmittelbar zur zweiten zahnärztlichen Untersuchung (MPI). Die Videodateien wurden im Anschluss verschlüsselt abgespeichert und ausschließlich den Beobachterinnen und Beobachtern zur Videobeobachtung zur Verfügung gestellt. Wie die Videobeobachtung durchgeführt wurde, ist dem folgenden Kapitel zu entnehmen.

### **3.4.1 Interact: Videoaufzeichnung und Videoauswertung**

Die Videoaufzeichnungen des Zahnputzverhaltens wurden über die Software Interact ausgewertet. Die Software Mangold INTERACT® (Version 18, Mangold International, Arnstorf, Deutschland) bietet die Möglichkeit, Videodateien abzuspielen und währenddessen das beobachtete Verhalten anhand verschiedener Kategoriensysteme per Tastatur zu dokumentieren. Die in dieser Studie erfassten Kategorien, z.B. die Zahnkontaktzeit oder die geputzten Zahnflächen, werden in Kap. 3.4.3 erläutert. Die Videos des Tablets wurden vorweg zur Vereinheitlichung mit den Aufnahmen der Seitenkameras auf 25 fps konvertiert (Freemake Video Converter, Digital Wave Ltd.) und konnten in INTERACT® in unterschiedlichen Geschwindigkeiten abgespielt werden (0.1-fache Geschwindigkeit bis 5-fache Geschwindigkeit). Es wurde pro Auswertungsdurchlauf eines Zahnputzvorgangs stets nur eine Kategorie in den Fokus genommen und analysiert (Erläuterung der Kategorien s. Kap. 3.4.3). Ein Analysevorgang begann in der Regel mit der groben Sichtung eines Videos, um festzustellen, ob die Frontalaufnahme der Tabletkamera genügte oder ob mithilfe der Seitenkameras Bewegungen außerhalb des frontalen Bildbereiches nachvollzogen werden mussten. In solchen Fällen, beispielsweise, wenn die Versuchsperson ihren Kopf zu weit nach unten neigte, um in das Waschbecken auszuspucken und in gebückter Haltung das Zähneputzen fortführte, konnte über das optische Synchronisationssignal, trotz versetzter Aufnahmestarts zwischen Tablet- und Seitenkameraaufnahmen, die zeitliche Parallelität für eine durchgängige Analyse hergestellt werden. Die Verhaltenskategorien wurden in INTERACT® durch Beobachtungsschlüssel gespeichert, sodass Beobachtende für die Dokumentation eines gezeigten Verhaltens lediglich die entsprechende Taste betätigen mussten. Dadurch wurde im System vermerkt, dass an jener Stelle über einen zeitlichen Verlauf eine bestimmte Kategorie erfüllt wurde. Wechselte das gezeigte Verhalten, so führte die Tastenbetätigung einer neuen Kategorie zum Vermerk des Wechsels. Um die Beobachtung so exakt wie möglich zu gestalten, wurden die Videos in 0.2-facher bis 0.4-facher Geschwindigkeit begutachtet. Auf diese Weise wurde jedes Video mehrfach hinsichtlich der unterschiedlichen Kategorien ausgewertet, sodass am Ende pro Video eine Datei entstand, in der jede Kategorie mit Zeitpunkten [hh:mm:ss:ms] und Dauer [s] der Ausführung nachvollziehbar und auswertbar hinterlegt war. Die erhobenen Werte wurden dann exportiert und über SPSS verarbeitet.

### **3.4.2 Kalibrierung in der Verhaltensbeobachtung**

Die vollständige Analyse eines Zahnputzvideos benötigte zwei bis sechs Stunden. Insgesamt wurden fünf Beobachterinnen und Beobachter zur Videobeobachtung eingesetzt. Psychologische Beobachterinnen waren CB und Nujin Altay (NA). Auf zahnärztlicher Seite wurden ES, NB und Waldemar Petker (WP) eingesetzt. Bevor die Auswertung einer Kategorie beginnen konnte, erhielten die Beobachterinnen und Beobachter eine Schulung (Kalibrierung) durch bereits kalibrierte Personen. Die Kalibrierung angehender Beobachterinnen und Beobachter beinhaltete das Analysieren von Videos aus abgeschlossenen Studien, für die bereits fertige Analysen von kalibrierten Personen zum Vergleich vorlagen. Es erfolgte zur Überprüfung des Kalibrierungserfolgs die Berechnung der Intraklassenkorrelation (ICC) zwischen der Verhaltensanalyse der kalibrierten Beobachtungsperson und der Verhaltensanalyse der neu zu kalibrierenden Person. Solange dabei keine Übereinstimmung von mindestens  $ICC \geq .90$  erzielt wurde, erfolgten Nachschulungen. Erst wenn die Übereinstimmung zwischen zwei Beobachtenden bei fünf aufeinanderfolgenden Videoanalysen entsprechend hoch war, wurde davon ausgegangen, dass die geschulten Personen künftig in ihren Analysen potenziell zu den gleichen Beurteilungen wie andere kalibrierte Personen kommen würden. Zur Qualitätssicherung im Verlauf der Verhaltensbeobachtungen der eigentlichen Studie wurde anhand sogenannter *Doppelbestimmungen* stichpunktartig überprüft, ob eine ausreichend hohe Intraklassenkorrelation von  $\geq .80$  erhalten blieb. Für diese Doppelbestimmungen wurden etwa 10 % der analysierten Videos per Zufallsauswahl aus dem Pool einer Beobachtungsperson ausgewählt und von einer anderen Beobachtungsperson unabhängig analysiert. Im Falle einer nicht ausreichenden Übereinstimmung zwischen beiden ( $ICC < .80$ ) wurde eine Problemanalyse unternommen und je nach Ursache eine Nachbewertung oder sogar Nachschulung in die Wege geleitet. Abschließend erzielten die Beobachterinnen und Beobachter in der Studie PUTZIS ausreichende und hohe Übereinstimmungen. Allerdings waren Anpassungen im Verlauf der Videobeobachtung notwendig. Während die Auswertung der sogenannten Zahnkontaktzeit in der Studie beispielsweise sehr hohe Übereinstimmungen in den Doppelbestimmungen ergab und als problemlose Analyse recht zügig abgeschlossen werden konnte, mussten andere Kategorien nachbestimmt und Vorkehrungen zur Qualitätssicherung getroffen werden. Diese Probleme und Vorkehrungen, die der PUTZIS Studie zu eigen waren, werden gesondert in Kap. 4.1.1 dargelegt, da sie zum Teil auch statistische Analysen benötigten. An dieser Stelle folgt nun vorerst die Vorstellung und Definition der besagten Kategorien, also der Verhaltensparameter, die der Zahnputzperformanz zugrunde liegen.

### 3.4.3 Die Verhaltensparameter

Die zu beobachtenden Kategoriensysteme entwickelten sich im Rahmen der Forschungsarbeit im IMP und beinhalteten eine Präzisierung und Vervollständigung vormals erfasster Verhaltensparameter beim Zähneputzen wie sie zum Beispiel in den 1970er und -80er Jahren in den Forschungsarbeiten von Rugg-Gunn und Macgregor berichtet wurden (vgl. Kap. 2.2.2). Verhaltenskategorien in der klassischen Verhaltensbeobachtung müssen eindeutig definiert, wechselseitig exklusiv und vollständig sein, sodass jedes beobachtete Verhalten zu genau einer Kategorie gehört und kein relevantes Verhalten unbeobachtet bleibt (Fisseni, 1990). Die Zahnputzperformanz setzt sich aus den folgenden Verhaltensparametern zusammen:

*Zahnkontaktzeit.* Die Zahnkontaktzeit beschreibt die Zeit, in der die Borsten der Zahnbürste eindeutig die Oberfläche der Zähne berühren. Daraus ergibt sich ein klarer Startpunkt des Zahnputzvorgangs sowie ein eindeutiges Ende. Auch Unterbrechungen, bei denen die Zahnbürste aus dem Mund genommen wird, beispielsweise beim Ausspucken oder Ausspülen, werden als Kodierung *Kein Zahnkontakt* berücksichtigt. Die Zahnkontaktzeit wird in Sekunden [s] erfasst. Sie ist die Basis zur Erfassung aller anderen Parameter.

*Zahnflächen.* In einem neuen Durchgang wird analysiert, welche Flächen innerhalb der beobachteten Zahnkontaktzeit geputzt werden. Dabei werden die Flächen in *vestibulär* (Außenflächen), *okklusal* (Kauflächen) und *oral* (Innenflächen) eingeteilt. Alle Beobachterinnen und Beobachter werden dazu angehalten, im Falle einer Uneindeutigkeit zwischen Kaufläche und der Außen- oder Innenfläche eine Entscheidung zur Kodierung der Kaufläche zu treffen. Eine derartige Kantenbewegung schließt nämlich das effektive Putzen der Zahnfleischränder aus, sodass eine Kodierung für das Putzen einer Innen- oder Außenfläche im Widerspruch zu möglicherweise hohen Plaquewerten stehen könnte (s. a. Deinzer, Ebel et al., 2018). Die Flächen werden einerseits anhand ihrer geputzten Dauer in Sekunden erfasst (oral [s], vestibulär [s], okklusal [s]), andererseits wird ermittelt, wie hoch prozentual der Anteil einer geputzten Fläche bemessen an der Gesamtzahnkontaktzeit ist (oral %, vestibulär %, okklusal %).

*Bewegungen.* An Bewegungen werden *kreisende*, *vertikale*, *horizontale* Putzbewegungen und die modifizierte Basstechnik unterschieden (zur Basstechnik vgl. Kap. 2.2.1). Es kann auch bestimmt werden, ob in Zeitabschnitten mit Zahnkontaktzeit *Keine Bewegung* stattgefunden hat. Es werden die jeweilige Dauer, mit der die einzelnen Bewegungen durchgeführt werden [s] und ihre prozentualen Anteile an der gesamten

Zahnkontaktzeit, abhängig von der jeweiligen Fläche, an welcher die Bewegungen durchgeführt werden, berechnet (z.B. kreisend an oral %, kreisend an vestibulär %).

*Sextanten und Quadranten.* Zur Analyse der Lokalisation der Zahnbürste über die Zahnflächen hinaus erfolgt die Einteilung der Seitenflächen in Sextanten (Sextant 1 – 6), die der Kauflächen in Quadranten (Quadranten 1 – 4). Ein Sextant gilt dann als erreicht, wenn sich mehr als die Hälfte der Borsten der Zahnbürste in ihm befinden. Dabei wird bei der Kodierung auch berücksichtigt, ob ein Sextant isoliert geputzt wird oder ob es z.B. beim kreisenden Putzen bei geschlossenem Gebiss (*Tigerbiss*) zu einer Überlappung von geputzten Sextanten kommt. Um zu bestimmen, ob Sextanten vernachlässigt werden, wird *der Quality index of toothbrushing regarding brushing time in sextants* (QIT-S; Deinzer, Ebel et al., 2018) herangezogen. Der QIT-S Index ist ein rangskaliertes Maß, das differenziert die Verteilung der Zahnkontaktzeit auf die Sextanten analysiert. Aus der Zahnputzdauer pro Sextanten ergibt sich dabei ein Indexwert für orale oder vestibuläre Flächen zwischen 0 – 9. Die Bedeutung der Werte können der folgenden Tabelle 1 entnommen werden.

**Tabelle 1**

*Bedeutung der Werte im QIT-S-Index (0 – 9)*

Definition	
QIT-S-Wert	
0	0 Sextanten wurden für mindestens 1 Sekunde geputzt
1	1 Sextant wurde für mindestens 1 Sekunde geputzt
2	2 Sextanten wurden für mindestens 1 Sekunde geputzt
3	3 Sextanten wurden für mindestens 1 Sekunde geputzt
4	4 Sextanten wurden für mindestens 1 Sekunde geputzt
5	5 Sextanten wurden für mindestens 1 Sekunde geputzt
6	Alle Sextanten wurden für mindestens 1 Sekunde geputzt
7	Alle Sextanten wurden für mindestens 3.5 Sekunden geputzt
8	Alle Sextanten wurden für mindestens 5 Sekunden geputzt
9	Alle Sextanten wurden für mindestens 7.5 Sekunden geputzt

*Anmerkung.* s. Deinzer, Ebel et al., 2018.

### 3.5 Die Erfassung der untersuchten Determinanten

In dieser Arbeit wurden als mögliche Determinanten des Zahnputzverhaltens das Problembewusstsein, die Selbstwirksamkeitserwartung und die motorischen Fertigkeiten angenommen (vgl. Kap. 2.3.1, Kap. 2.3.2). Im Folgenden wird die Operationalisierung dieser Variablen beschrieben.

#### 3.5.1 *Problembewusstsein: SPOC*

Die *self-perceived oral cleanliness* (subjektive Sauberkeit der Zähne) wurde während des Labortermins im Anschluss an die zweite zahnärztliche Untersuchung anhand des SPOCs erfasst (Eidenhardt et al., 2022). Der über ein Tablet (Microsoft Surface Pro) digital eingesetzte Fragebogen erfragt zum einen die naive Selbsteinschätzung der Versuchsperson bezüglich der von ihr durch das Zähneputzen erzielten Sauberkeit der Zähne ( $SPOC_n$ ), zum anderen wird im Anschluss daran eine Aufklärung über den MPI (s. Kap. 3.3) dargelegt, nach der die Versuchspersonen mithilfe von Mundskizzen zur Orientierung spezifisch angeben müssen, für wie sauber sie nun, nach der Einweisung in den MPI, ihre Sextanten, oral und vestibulär, einordnen ( $SPOC_d$ ). Die Angabe der Versuchspersonen erfolgt dabei stets mit ihrer eingeschätzten Sauberkeit von 0 – 100 % (0 %: *Gar nicht sauber* – 100 %: *Absolut sauber*). Zur Auswertung wird aus den Einschätzungen der Summenwert gebildet. Der Fragebogen wurde 2022 validiert und gilt als einfach zu verstehen und ökonomisch (Eidenhardt et al., 2022). Die interne Konsistenz Cronbachs  $\alpha$  liegt bei .90 und erfüllt damit den laut Bortz & Döring anzustrebenden Wert von mindestens  $\alpha = .80$  (Bortz & Döring, 2006). Die diskriminante Validität wurde unter anderem anhand eines Fragebogens zur Selbstwirksamkeitserwartung (OHSEE; s. Kap. 3.5.2) ermittelt und mit  $r < .35$  berichtet.

In Kombination mit der tatsächlich erzielten Sauberkeit (invertierter MPI) als Differenzvariable ( $SPOC-MPI_{invertiert}$ ), kann der SPOC Hinweise darauf geben, ob sich Versuchspersonen in ihrer Mundsauberkeit richtig einschätzen oder ob sie sich eher über- oder unterschätzen. Die Differenz von SPOC und  $MPI_{invertiert}$  kann somit indirekt als ein Indikator für das vorhandene Problembewusstsein in der persönlichen Mundhygiene herangezogen werden. Je höher dabei die Differenz zwischen subjektiver und objektiver Sauberkeit ausfällt, desto niedriger scheint das Problembewusstsein für den Mangel an Sauberkeit der Zähne in der untersuchten Person ausgeprägt zu sein. Eine Unterschätzung der eigenen Zahnputzeffektivität tritt in der Regel nicht auf. Der SPOC ist in Teilen im Anhang dargestellt (s. Anhang G).

### **3.5.2 Selbstwirksamkeitserwartung: OHSEE**

Die Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich des täglichen Zähneputzens wurde über einen nach Stewart et al. (1997) adaptierten Fragebogen zu *Oral hygiene related self-efficacy expectations (OHSEE)* erfasst und bei der Ersterhebung, im Rahmen der Rekrutierung, allen Zahnmedizinierenden digital vorgelegt (Original: Stewart et al., 1997; Adaptation: s. z.B. Eidenhardt et al., 2022). Die Befragten werden bei diesem Fragebogen gebeten, auf einer 5-stufigen Likert-Skala (1: *trifft überhaupt nicht zu*; 5: *trifft voll und ganz zu*) über neun Items anzugeben, inwiefern sie sich dazu in der Lage sehen, ihre „Zähne einmal täglich gründlich zu reinigen (...),“ beispielsweise „(...) wenn alles normal läuft“ oder „(...) nachdem ich längere Zeit nachlässig war“. Der Fragebogen wurde innerhalb der Arbeitsgruppe *Mundgesundheit* des IMP in den vergangenen Jahren immer wieder in Studien eingesetzt (Ebel et al., 2019; Harnacke et al., 2015). Zur Auswertung wird pro Person über die neun Items ein Mittelwert gebildet. Es können von einer Versuchsperson Summenwerte zwischen 9 – 45 Punkten erreicht werden. Die interne Konsistenz von Cronbachs  $\alpha = .91$  (Granrath, 2006) kann als sehr gut eingeordnet werden. Der vollständige Fragebogen befindet sich im Anhang (s. Anhang B).

### **3.5.3 Motorisches Geschick: Grooved PegBoard**

Der *Grooved PegBoard Test* wurde ursprünglich 1948 von Joseph Tiffin im Bereich der Arbeitspsychologie entwickelt und eingesetzt (Tiffin & Asher, 1948). Er gilt als Geschicklichkeitstest und erfordert, dass die Versuchspersonen 25 Stecker in dafür vorgesehene Schlitze des sogenannten PegBoards stecken. In der neueren Variante des Tests müssen die getesteten Personen „so schnell wie möglich“ besagte Stecker der Reihe nach platzieren. Mit der dabei gemessenen Dauer kann anhand von Normstichproben interpretiert werden, wie es um das motorische Geschick bestellt ist (Trites, 2002). In Anlehnung an eine Untersuchung von Zahnmedizinierenden der Universität Erlangen-Nürnberg zur Feststellung der Effektivität eines bimanuellen Trainings für Zahnärztinnen und Zahnärzte, wurde den Studierenden in der PUTZIS Studie im Labor die Aufgabe gestellt, innerhalb von 45 Sekunden „der Reihe nach so viele Stecker wie möglich“ in die vorgesehenen Öffnungen zu stecken (Ludwig, 2018). In einem ersten Durchlauf sollte das Platzieren mit der dominanten Hand erfolgen, in einem zweiten Durchlauf mit einer zahnärztlichen Pinzette unter Führung der dominanten Hand. Zur Auswertung wurden die durchschnittlich gesetzten Stecker pro Studienjahr ermittelt. Ein Eindruck des PegBoards kann über ein Bild im Anhang gewonnen werden (s. Anhang H).

### 3.6 Statistische Herangehensweise

Die Auswertungen erfolgten über SPSS (IBM Corp. Released 2021. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 29.1. Armonk, NY: IBM Corp). Die Verantwortung für die Aufbereitung, Auswertung und Dokumentation der Daten lag bei der Autorin dieser Arbeit. Zur Prüfung der Hypothesen wurden je nach Skalenniveau und Verteilung geeignete parametrische oder non-parametrische Verfahren eingesetzt. Das Signifikanzniveau wurde für alle Analysen auf  $\alpha = 0.05$  festgelegt. Im Einzelnen wurden folgende Hypothesen geprüft (vgl. Kap. 2.4.1):

**Tabelle 2**

*Hypothesen, Abhängige Variablen, Operationalisierung/Messmethode*

Hypothese	Abhängige Variable	Oper./Messmethode
H1 5. SJ vernachlässigt oral weniger Sextanten als 1. SJ	Zahnputzperformanz (Flächenabdeckung)	QIT-S-Index (VA)
H2 5. SJ zeigt vestibulär weniger horizontale Putzbewegungen als 1. SJ	Zahnputzperformanz (Bewegung an vestibulär)	Anteil [%] horizontaler Bewegungen vestibulär (VA)
H1a 5. SJ putzt zu höherem Anteil an Zahnkontaktzeit die oralen Flächen als 1. SJ	Zahnputzperformanz (orale Zahnkontaktzeit)	Anteil [%] oral an Zahnkontaktzeit (VA)
H2b 5. SJ zeigt oral weniger horizontale Putzbewegungen als 1. SJ	Zahnputzperformanz (Bewegung an oral)	Anteil [%] horizontaler Bewegungen oral (VA)
H3 5. SJ zeigt geringere Differenz in subjektiver und objektiver Sauberkeit als 1. SJ	Differenz zw. subjektiver und objektiver Sauberkeit	SPOC minus MPI <sub>invertiert</sub> (FB & klinische Untersuchung)
H4 Unterschiede in der Selbstwirksamkeitserwartung zwischen 1., 2., 3., 4., 5. SJ	Selbstwirksamkeitserwartung	Summenwert OHSEE (FB)
H5 5. SJ ist motorisch geschickter als 1. SJ	Motorische Geschicklichkeit	Anzahl gesetzter Stecker (PegBoard-Test)

*Anmerkung.* SJ: Studienjahr. VA: Verhaltens-/Videoanalyse. FB: Fragebogen. SPOC: *Self-perceived oral cleanliness*. OHSEE: *Oral hygiene related self-efficacy expectations*.

### 3.6.1 Stichprobenumfangsplanung

Für die Hypothesen H1 – H3 und H5 erfolgte eine a-priori-Fallzahlplanung auf Basis eines  $t$ -Tests für unabhängige Stichproben mittels G\*Power (Faul et al., 2007), unter der Annahme einer Normalverteilung und eines großen Effekts, Cohen's  $d = 3.0$  (Cohen, 1988). Auf Basis vorheriger Studien wurde angenommen, dass die Diskrepanz in der Zahnputzeffektivität zwischen zahnmedizinischen Laien und zahnmedizinischem Fachpersonal außerordentlich hoch ist und daher eine außergewöhnlich große Effektstärkenannahme gerechtfertigt ist (Deinzer et al., 2018, 2021; Eidenhardt et al., 2021a). Bei  $\alpha = 0.05$  und einer Power von  $1 - \beta = 0.95$  ergibt sich ein minimaler Stichprobenumfang von  $n = 4$  pro Gruppe. Da einzelne Variablen nicht normalverteilt waren beziehungsweise ein ordinalskaliertes Skalenniveau aufwiesen, wurden diese im Rahmen der Analyse mit dem Mann-Whitney-U-Test überprüft. Es ist zu beachten, dass non-parametrische Tests bei identischem Stichprobenumfang in der Regel eine geringere Teststärke aufweisen. Mit mindestens zehn Laborteilnehmenden pro Semester wurde der benötigte Umfang allerdings überschritten. Für die H4 (Selbstwirksamkeitserwartung, Vergleich über fünf Studienjahre) wurde eine mittlere Effektstärke von  $f = 0.30$  angenommen. Bei  $\alpha = 0.05$  und  $1 - \beta = 0.95$  ergab sich ein benötigter Stichprobenumfang von  $N = 215$ . Da der OHSEE Fragebogen pro Semester 20 - 35 Studierenden vorgelegt wurde, war mit mindestens  $N = 250$  zu rechnen, sodass die erforderliche Fallzahl auch hier als realistisch angesehen wurde.

### 3.6.2 Statistische Analysen

Über Chi<sup>2</sup>-Tests und  $t$ -Tests wurde vor den geplanten Berechnungen ermittelt, ob zwischen dem ersten und fünften Studienjahr signifikante Unterschiede hinsichtlich solcher Merkmale wie Geschlecht, Retainer oder Nutzung elektrischer Zahnbürsten bestehen. Die Kontrolle von Extremwerten in den Plaque- und Verhaltensdaten sollte zum Ausschluss von Personen führen, deren Werte drei Standardabweichungen ( $SD$ ) über dem Mittelwert ( $MW$ ) lagen. Im Falle stark schiefer Daten wurden zur Ermittlung von Extremwerten Boxplots herangezogen und Fälle ausgeschlossen, die das Dreifache des Quartilsabstands (Schwellenwert:  $Q1 - 3 \cdot IQA$ ) ausmachten (Hubert & Vandervieren, 2008; Tukey, 1977). Die Normalverteilungsannahme wurde durch deskriptive Untersuchung der Histogramme, den Kolmogorov-Smirnow-Test und den Shapiro-Wilk-Test überprüft. Wenn die Voraussetzung der Normalverteilung nicht gegeben war und die Gruppen sich wegen geringer Größe als nicht robust gegenüber dieser Voraussetzungsverletzung erwiesen, erfolgten non-parametrische Analysen (Blanca et al., 2017). Die Signifikanz der Gruppenunterschiede zwischen dem ersten und fünften Studienjahr wurde über gerichtete  $t$ -Tests für unabhängige Stichproben oder, je nach

Verteilung und Skalierung, über Mann-Whitney-U-Tests überprüft. Da die Selbstwirksamkeitserwartung (OHSEE) in der Gesamtstichprobe erhoben wurde und mögliche Veränderungen im Studienverlauf ermittelt werden sollten, war zur Feststellung der Mittelwertsunterschiede eine ANOVA mit Post-hoc-Tests geplant.

## 4 Ergebnisse

In diesem Kapitel erfolgt die Darstellung der Studienergebnisse. Zur besseren Einordnung der Daten wird zunächst die Datenaufbereitung hinsichtlich Drop Outs sowie der Qualitätssicherung im Vorgehen bei der Videobeobachtung (s. Kap. 4.1.1) erläutert. Zudem wird geprüft, ob die statistischen Voraussetzungen erfüllt sind, einschließlich der Analyse von Ausreißern und Extremwerten (vgl. Kap. 4.1.2). Kapitel 4.2 stellt die Stichproben (Gesamtstichprobe, Laborstichprobe, insbesondere 1. und 5. Studienjahr) vor und beschreibt sie anhand soziodemographischer Merkmale, Mundhygieneverhalten und Mundgesundheit (u. a. Plaquewerte, PBI). Eine deskriptive Analyse der Verhaltensparameter und der möglichen Determinanten des Zahnputzverhaltens der Laborstichprobe findet sich in den Kapiteln 4.2.2 und 4.2.3. Kapitel 4.3 widmet sich der Hypothesentestung, ergänzt durch explorative Analysen mit weiteren Befunden (vgl. Kap. 4.3.3).

### 4.1 Datenaufbereitung

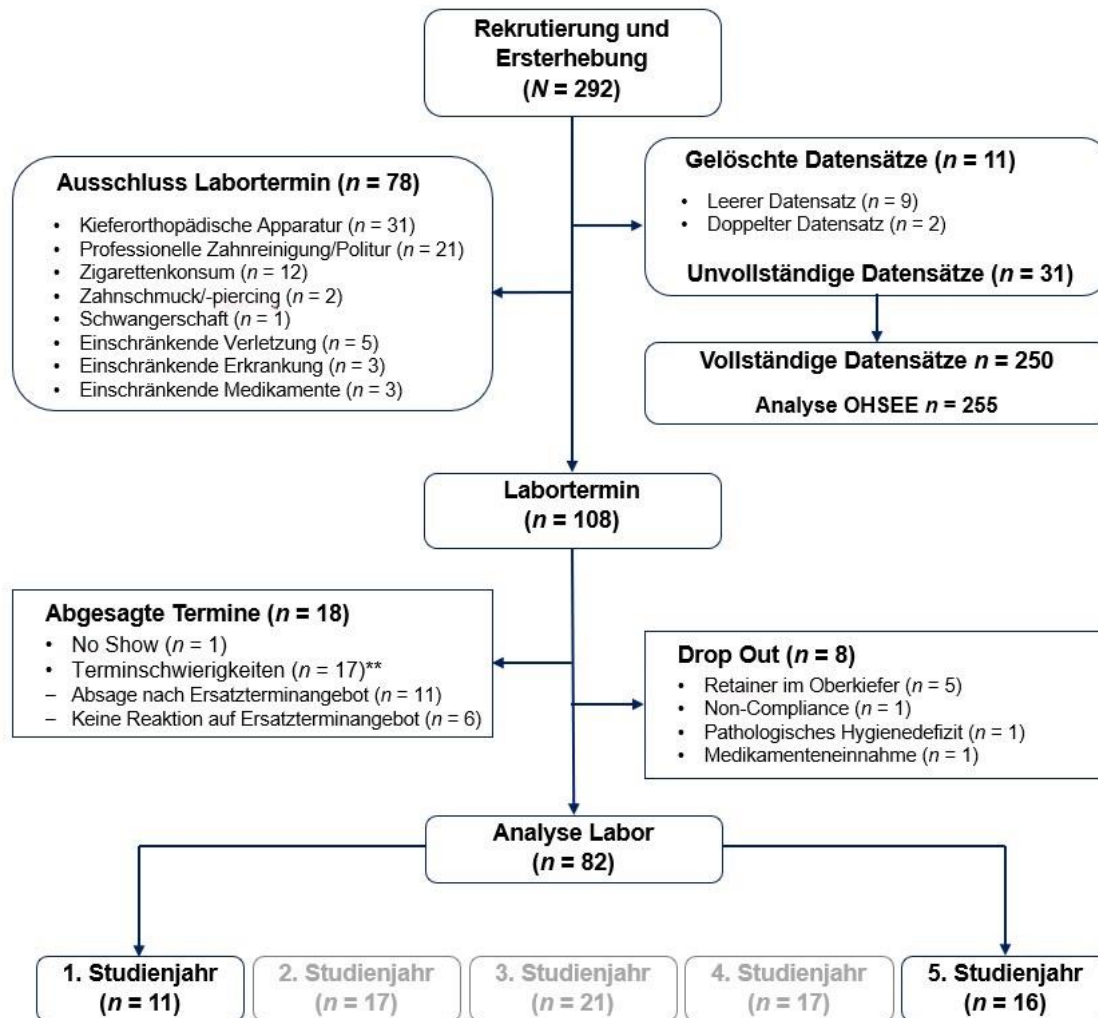
Die folgenden Kapitel dokumentieren die Schritte vom Rohdatensatz bis zu den für die Berechnungen verwendeten Daten.

#### 4.1.1 Drop Outs und Qualitätssicherung

Nach der in Kap. 3.2 beschriebenen Datenerhebung bei der Rekrutierung in allen zehn Semestern des Zahnmedizinstudiums, wurden 292 Datensätze über Sosci Survey abgerufen. Doppelte ( $n = 2$ ) und leere Datensätze ( $n = 9$ ) wurden gelöscht. Es blieben 281 übrig, von denen 250 vollständig waren. Nach Prüfung der Ein- und Ausschlusskriterien waren 172 Personen für einen Labortermin infrage gekommen, von denen sich  $n = 108$  einen Termin buchten (s. Kap. 3.2.1). Aufgrund von 18 Absagen kamen 90 Studierende zur Untersuchung ins Labor (s. Kap. 3.2.2). Acht Personen mussten nachträglich ausgeschlossen werden, da sie entweder die Einschlusskriterien doch nicht erfüllt hatten (Retainer im Oberkiefer:  $n = 5$ ; Einnahme von Medikamenten mit Einfluss auf die Mundhygiene:  $n = 1$ ) oder andere Probleme aufgetreten waren (Non-Compliance:  $n = 1$ ; Pathologisches Hygienedefizit:  $n = 1$ ). In der finalen Laborstichprobe verblieben somit 82 Personen, darunter 11 aus dem ersten und 16 aus dem letzten Studienjahr. Eine Übersicht bietet das Flussdiagramm (s. Abbildung 3) auf der folgenden Seite.

### Abbildung 3

Flussdiagramm des Stichprobenumfangs in der PUTZIS Studie



*Anmerkung.* OHSEE = Fragebogen zur Selbstwirksamkeitserwartung beim täglichen Zähneputzen. In die Analyse des OHSEE wurden zusätzlich  $n = 5$  Personen einbezogen, deren Datensätze wegen fehlender Ein- und Ausschlusskriterien als nicht vollständig galten. Für die Analyse des OHSEE war das unerheblich.  $N = 64$  Studierende wären für einen Labortermin infrage gekommen, lehnten aber eine Terminbuchung ( $n = 108$ ) ab. SD = Soziodemographische Daten. \*\*Termschwierigkeiten beinhalten zahnärztliche Notdienste, Univeranstaltungen und krankheitsbedingte Absagen.

In der PUTZIS Studie wurden fünf kalibrierte Beobachterinnen und Beobachter (NB, ES, NA, CB, WP) zur Auswertung der Zahnputzperformanz eingesetzt (s. Kap. 3.4.2). Die Zuordnung der Beobachterinnen und Beobachter zu den Verhaltenskategorien (s. Kap. 3.4.3) sowie die ICCs der Doppelbestimmungen sind im Detail in Anhang I dokumentiert.

NB und CB analysierten die Zahnkontaktzeit für jeweils 45 Videos. Zusätzlich überprüften sie jeweils fünf zufällig ausgewählte Videos aus dem Pool des jeweils anderen zur Doppelbestimmung. Die Übereinstimmung lag dabei jeweils bei ICC = 1.

Aufbauend auf den Analysen der Zahnkontaktzeit beobachteten ES und NA die geputzten Flächen. Jede Beobachterin analysierte zunächst 45 Videos, dann erfolgten die Doppelbestimmungen. Diese fielen unzureichend aus (ICC < .80). Probleme ergaben sich laut der Beobachterinnen, da die Versuchspersonen sehr häufig mit geschlossenem Mund putzten und die Bauweise der Brushalyze eine genaue Analyse in den Abschnitten erschweren würde. Daher analysierten beide schließlich jeweils alle Videos hinsichtlich der Flächen. Eine partielle und computergestützte Nachbewertung in Zusammenarbeit mit der IES (Universität Kassel) ermöglichte im Anschluss eine schnelle Detektion der Abschnitte pro Video [ms], in denen zwischen beiden Beobachterinnen Unstimmigkeiten vorlagen. Darauf basierend wurden zwei neue Versionen (*KI-Versionen*) der Flächenbeobachtung erstellt: In der lateral-Variante wurde bei Uneinigkeit die Seitenfläche (oral oder vestibulär) bewertet, in der okklusalen Variante die Kaufläche. Insgesamt existieren somit vier Flächenratings (ES, NA, KI-lateral, KI-okklusal). Die Korrelationen zwischen den KI-Versionen fielen stark und signifikant aus ( $r_{\text{oral\_V1xV2}} = .96; p < .001$ ;  $r_{\text{okklusal\_V1xV2}} = .87; p < .001$ ;  $r_{\text{vestibulär\_V1xV2}} = .96; p < .001$ ). Es wurden außerdem Bland-Altman-Plots (s. Anhang J) erstellt, um die Vergleichbarkeit der beiden KI-Versionen festzustellen (Bland & Altman, 1986). Die Plots zeigten, bei welchen konkreten Versuchspersonen starke Abweichungen in den Beobachtungen zwischen NA und ES bestanden. Die Nachanalyse entschlüsselte zwei Ursachen. Bei einem Teil der Versuchspersonen war die Bürstenkopflage durch einen geschlossenen Mund nicht einsehbar und die Beurteilung der Fläche sehr erschwert. Bei einem anderen Teil putzten die Versuchspersonen offensichtlich auf der Zahnkante. Grundsätzlich sollte in dem Fall die okklusale Fläche gewertet werden, was jedoch nicht immer konsequent umgesetzt wurde. Die Plots zeigten jedoch auch, dass beide KI-Versionen miteinander vergleichbar sind und die Entscheidung für eine der beiden Varianten zu keinen verzerrten Ergebnissen führen würde. Für diese Arbeit wurde die okklusale KI-Variante zur Auswertung gewählt, da sie eine konservativere Schätzung darstellt.

Bei der Beobachtung der Putzbewegungen zeigten sich zwischen NB und WP zunächst unzureichende Übereinstimmungen ( $ICC < .80$ ), insbesondere hinsichtlich der Bewegungsform *Modifizierte Basstechnik* ( $ICC = .670$ ). Die Nachanalyse ergab, dass die Bewertungsmaßstäbe von Putzbewegungen als modifizierte Basstechnik unterschiedlich streng angesetzt wurden. So wurden beispielsweise rüttelnde Bewegungen ohne Auswischen, die häufig zu beobachten waren, von einem Beobachter als modifizierte Basstechnik gewertet, vom anderen nicht. Um das Problem dieser häufig beobachteten Anteile der Basstechnik zu lösen, wurde die Kategorie *Modifizierte Basstechnik* in *Formenkreis Basstechnik* umdefiniert. So konnte erfasst werden, dass Zahnmedizinierende die Technik zwar nicht exakt, aber doch in Grundzügen häufig anzuwenden versuchten. NB korrigierte seine Beobachtungen entsprechend, wodurch die Übereinstimmung mit WP auf  $ICC > .90$  anstieg. Eine schwächere Übereinstimmung bei kreisenden Bewegungen ( $ICC = .701$ ) ließ sich auf ein schwer beurteilbares Video zurückführen (ohne dieses Video:  $ICC = .960$ , vgl. Anhang I, Bewegungen).

Die Bestimmung der Sextanten durch NB und NA ergab in den Doppelbestimmungen eine ausreichende Übereinstimmung ( $ICC > .888$ ), mit Ausnahme von Sextant 4 ( $ICC = .656$ ). Die Analyse zeigte, dass zwei Videos mit eingeschränkter Sicht für diese Uneindeutigkeit verantwortlich waren (vgl. Anhang I, Sextanten).

#### **4.1.2 Ausreißeranalysen und Voraussetzungsprüfungen**

Die Analyse von Extremwerten ( $3 SD > MW$ ) in den Plaquewerten und Verhaltensparametern führte in den Zielgruppen des ersten und fünften Studienjahres zu keinen Ausschlüssen. Für die Hypothesen der Verhaltensparameter wurden die Voraussetzungen für  $t$ -Tests unabhängiger Stichproben geprüft. Für die Variable „horizontale Bewegungen an vestibulär %“ (Hypothese 2) wurde aufgrund fehlender Normalverteilung im fünften Studienjahr (Shapiro-Wilk-Test,  $p = .009$ ) zur Hypothesenprüfung der Mann-Whitney-U-Test gewählt. In Bezug auf die Studienjahre zwei bis vier ergab die Ausreißerkontrolle insgesamt drei auffällige Werte in den Verhaltensparametern:  $n = 1$  (2. Studienjahr) mit 725 Sekunden Zahnkontaktzeit ( $MW = 249.13$  Sek.;  $SD = 135.62$  Sek.);  $n = 1$  (3. Studienjahr) mit einem Anteil von 71.24 % an geputzten vestibulären Flächen ( $MW = 40.32$  %;  $SD = 10.27$  %);  $n = 1$  (4. Studienjahr) mit 204.24 Sekunden Zahnputzzeit auf den okklusalen Flächen ( $MW = 74.90$  Sek.;  $SD = 40.70$  Sek.). Diese Daten waren für die Hypothesentestung der vorliegenden Arbeit allerdings irrelevant. Für die deskriptive Statistik in den folgenden Kapiteln wurden sie nicht ausgeschlossen.

Die Analyse von Extremwerten nach der Definition  $3 SD > MW$  in den möglichen Determinanten zum Zahnputzverhalten ergab für das Problembewusstsein keine auffälligen Werte. Für das motorische Geschick (Anzahl gesetzter Stecker mit Hand/Pinzette) zeigte der Kolmogorov-Smirnow-Test je in einer der Gruppen keine Normalverteilung (Hand:  $p = .006$  im 1. Studienjahr; Pinzette:  $p = .047$  im 5. Studienjahr), weshalb die Prüfung auf Gruppenunterschiede hier über den Mann-Whitney-U-Test durchgeführt wurde. Die Selbstwirksamkeitserwartung (OHSEE) sollte per ANOVA analysiert werden. Die Daten waren sowohl optisch als auch gemäß Shapiro-Wilk-Test in allen Studienjahren nicht normalverteilt ( $p < .001$ ). Wegen der starken Linksschiefe wurden Extremwerte in den Daten anhand von Boxplots identifiziert (Schwellenwert:  $Q1 - 3 \cdot IQA$ ,  $n = 3$ ) und für die Hypothesentestung ausgeschlossen (Hubert & Vandervieren, 2008; Tukey, 1977). Aufgrund der Gruppengrößen ( $n \geq 44$ ) wurde zur Berechnung der ANOVA die Robustheit gegenüber Verletzungen der Normalverteilung angenommen (Blanca et al., 2017). Da die Voraussetzung der Varianzhomogenität verletzt war (Levene-Test,  $p = .004$ ) wurde zur Hypothesentestung die Korrektur nach Welch hinzugezogen (Tomarken & Serlin, 1986; Welch, 1951).

## 4.2 Deskriptive Analysen

Aus den vollständigen Datensätzen ( $N = 250$ ) der Gesamtstichprobe gingen nach Ausschluss von Auffälligkeiten im Untersuchungsablauf  $n = 82$  ergänzende Labordaten hervor. Die hier relevanten Stichproben des ersten und fünften Studienjahres zählten  $n = 11$  und  $n = 16$  Personen. Die Gesamtstichprobe mitsamt den Subgruppen (Labor, 1. und 5. Studienjahr) sollen im Folgenden anhand ihrer Merkmale deskriptiv vorgestellt werden. Im Anschluss erfolgen die deskriptiven Statistiken zum Zahnputzverhalten. Abschließend zum Kapitel 4.2 werden auch die möglichen Determinanten des Zahnputzverhaltens deskriptiv vorgestellt.

### 4.2.1 Beschreibung der Stichproben und Gruppenvergleiche

Im Sommersemester 2023 studierten insgesamt mehr als doppelt so viele Frauen wie Männer Zahnmedizin an der JLU Gießen. Von den 250 Personen der Gesamtstichprobe gaben 49 an, vor ihrem Studium eine einschlägige Ausbildung zur zahnmedizinischen Fachangestellten oder im Bereich der Zahntechnik absolviert zu haben. Die vier Gruppen (Gesamtstichprobe > Laborstichprobe > 1. und 5. Studienjahr) werden in der folgenden Tabelle 3 (s. S. 49) anhand ihrer soziodemographischen Merkmale und ihrer Mundgesundheit dargestellt.

**Tabelle 3**

*Soziodemographie, selbstberichtetes Mundhygieneverhalten und objektive Mundgesundheits der Zahnmedizinierenden (insgesamt und in Subgruppen)*

	Stichprobe (Subgruppe)			
	Gesamt	Labor	1. Jahr	5. Jahr
	(n = 250)	(n = 82)*	(n = 11)	(n = 16)
	<i>n / n</i>	<i>n / n</i>	<i>n / n</i>	<i>n / n</i>
	<i>MW ± SD</i>	<i>MW ± SD</i>	<i>MW ± SD</i>	<i>MW ± SD</i>
<b>Soziodemographie</b>				
Alter	24.6 ± 4.3	24.2 ± 4.0	20.7 ± 2.1	24.8 ± 1.8
Geschlecht (m/w/d) <sup>a</sup>	79/171/0	24/58/0	3/8/0	7/9/0
Vorerfahrungen <sup>b</sup> (j/n)	105/145	31/51	8/3	4/12
Retainer Unterkiefer (j/n)	94/156	26/56	4/7	3/13
<b>Mundhygieneverhalten</b>				
Zähneputzen <sup>c</sup> (1x/2x/3x)	12/204/30	3/70/9	0/10/1	1/13/2
Approx.hygiene <sup>d</sup> (0x/1x/2x)	77/151/20	25/52/4	2/8/1	5/8/2
E-Zahnbürste <sup>e</sup> x/Woche	8.3 ± 6.4	8.1 ± 6.1	3.4 ± 5.5	7.4 ± 5.5
M-Zahnbürste <sup>f</sup> x/Woche	4.8 ± 5.8	4.9 ± 5.7	8.6 ± 6.5	5.8 ± 6.6
<b>Mundgesundheits</b>				
DMF-T Index <sup>g</sup>	—	3.4 ± 3.9	1.9 ± 2.8	3.2 ± 4.0
PBI %	—	25.1 ± 18.4	35.1 ± 17.7	21.6 ± 17.8
MPIgesamt %	—	64.2 ± 16.5	75.9 ± 12.9	63.7 ± 18.8

*Anmerkung.* \*Die Laborstichprobe umfasst Probandinnen und Probanden aus allen Studienjahren. <sup>a</sup>Männlich/Weiblich/Divers. <sup>b</sup>Bestehen zahnmedizinische Vorerfahrungen: Ausbildung, Praktika, Elternhaus? <sup>c</sup>Wie oft reinigen Sie Ihre Zähne in der Regel am Tag? Extrema werden nicht dargestellt (<1x;>3x) <sup>d</sup>Wie oft nutzen Sie Utensilien der Approximalhygiene am Tag? Extrema werden nicht dargestellt (≥3) <sup>e</sup>Wie oft haben Sie in der letzten Woche Ihre Zähne mit einer elektrischen Zahnbürste geputzt? <sup>f</sup>Wie oft haben Sie in der letzten Woche Ihre Zähne mit einer manuellen Zahnbürste geputzt? Hinweis: Es bestand zum Großteil eine gemischte Nutzung manueller und elektrischer Zahnbürsten. <sup>g</sup>DMFT, Anzahl der Zähne mit D/M/F-Kodierung von 28 Zähnen.

Die Stichproben des ersten und fünften Studienjahres unterschieden sich wie zu erwarten um annähernd fünf Jahre im Altersdurchschnitt und auch in den Parametern zur Mundgesundheit (MPI, PBI), mit durchschnittlich signifikant geringeren MPI- und PBI-Werten im fünften Studienjahr (vgl. Dissertation N. Berneburg).

Die Geschlechterverteilung zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen dem ersten und fünften Studienjahr,  $\chi^2(1) = 0.76$ , exaktes  $p = .448$  (zweiseitig). Die Anzahl der Personen mit einem Retainer im Unterkiefer war zwischen dem ersten und fünften Studienjahr ebenfalls nicht signifikant unterschiedlich,  $\chi^2(1) = 1.05$ , exaktes  $p = .391$  (zweiseitig). Auch der Unterschied in den Gruppenmittelwerten in der Angabe, wie häufig in der Vorwoche eine elektrische Zahnbürste genutzt wurde, war nicht signifikant,  $t(25) = -1.87$ ,  $p = .074$  (zweiseitig).

#### **4.2.2 Deskriptive Analyse der Zahnputzperformanz**

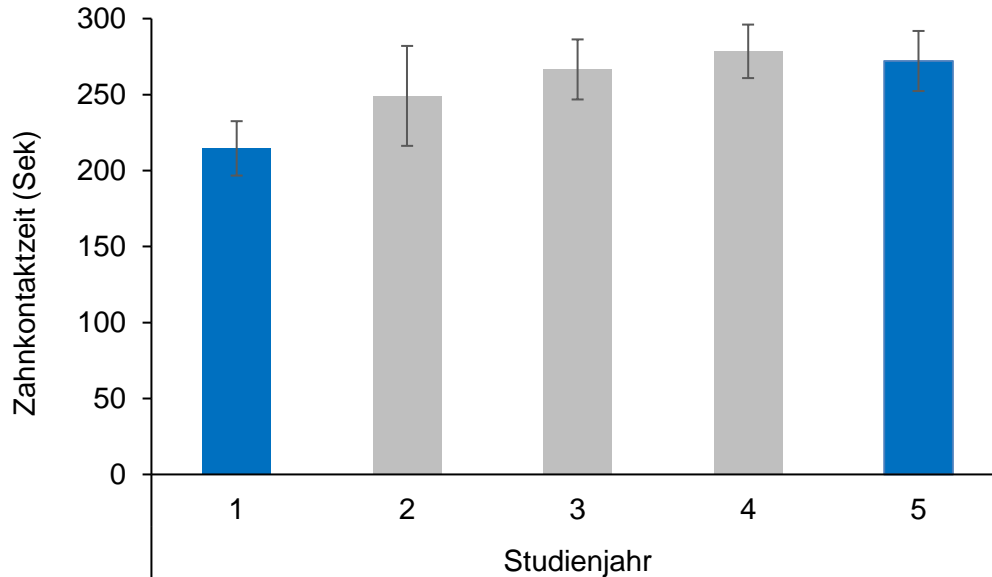
In diesem Kapitel werden folgende Verhaltensparameter nacheinander beschrieben: die Zahnkontaktzeit (ZKZ); die Zeit, mit der die jeweiligen Zahnflächen (okklusal, vestibulär und oral) geputzt wurden; die Zeit, in der die jeweiligen Putzbewegungen (kreisend, vertikal, horizontal, Formenkreis Basstechnik) angewandt wurden sowie das Ausmaß der Vollständigkeit, mit welcher das gesamte Gebiss geputzt wurde (QIT-S). Diese Daten wurden selbstredend nur in der Laborstichprobe ( $n = 82$ ) erhoben.

*Zahnkontaktzeit.* Die Studierenden putzten sich durchschnittlich etwa vier Minuten lang die Zähne ( $MW = 259.52$  Sek.,  $SD = 93.31$ ). Die Zahnkontaktzeit betrug im ersten Studienjahr  $MW = 214.59$  Sekunden ( $SD = 59.36$  Sek.). Das fünfte Studienjahr lag bei  $MW = 272.10$  Sekunden ( $SD = 79.09$  Sek.). Die Abbildung 4 (s. S. 51) zeigt die durchschnittliche Zahnkontaktzeit pro Studienjahr. Die beiden für diese Arbeit relevanten Stichproben des ersten und fünften Studienjahres sind zur besseren Ansicht blau hervorgehoben.

*Zahnflächen.* Die Studierenden putzten insgesamt die vestibulären Flächen am längsten ( $MW = 104.07$  Sek.,  $SD = 41.49$  Sek.), dann die oralen ( $MW = 79.42$  Sek.,  $SD = 4.79$  Sek.) und die okklusalen ( $MW = 74.71$  Sek.,  $SD = 3.93$  Sek.). Im ersten Studienjahr wurde vestibulär am längsten geputzt, gefolgt von okklusal und dann oral. Im fünften Studienjahr wurden ebenfalls die vestibulären Zahnflächen am längsten geputzt, gefolgt oral, dann okklusal. Die durchschnittlichen Sekunden pro Zahnfläche aller Studienjahre werden in der Tabelle 4 aufgelistet (s. S. 51).

**Abbildung 4**

Die durchschnittliche Zahnkontaktzeit pro Studienjahr



*Anmerkung.* Mittelwerte und Standardfehler der Mittelwerte der Zahnkontaktzeit in Sekunden über alle Studienjahre hinweg. Farbliche Hervorhebung des ersten und fünften Studienjahres. 1. Studienjahr:  $n = 11$ ; 2. Studienjahr:  $n = 17$ ; 3. Studienjahr:  $n = 21$ ; 4. Studienjahr:  $n = 17$ ; 5. Studienjahr:  $n = 16$ .

**Tabelle 4**

Die geputzten Zahnflächen pro Studienjahr

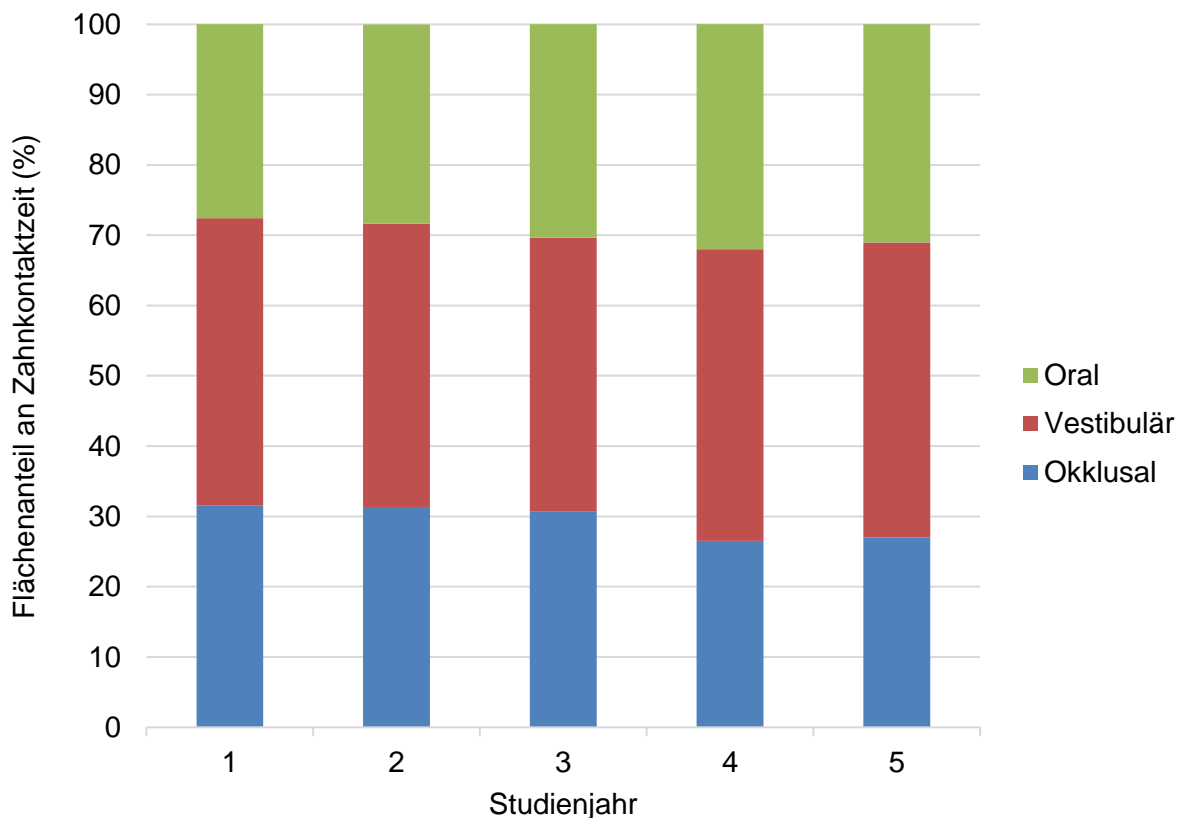
	Studienjahr				
	1.	2.	3.	4.	5.
	( $n = 11$ )	( $n = 17$ )	( $n = 21$ )	( $n = 17$ )	( $n = 16$ )
	MW [s] $\pm$ SD	MW [s] $\pm$ SD	MW [s] $\pm$ SD	MW [s] $\pm$ SD	MW [s] $\pm$ SD
Zahnfläche					
okklusal	66.54 $\pm$ 33.59	75.61 $\pm$ 38.16	82.39 $\pm$ 36.76	74.90 $\pm$ 40.70	69.83 $\pm$ 31.27
vestibulär	87.26 $\pm$ 32.07	100.20 $\pm$ 57.91	101.73 $\pm$ 32.84	113.40 $\pm$ 36.41	115.41 $\pm$ 41.51
oral	60.79 $\pm$ 35.71	73.32 $\pm$ 55.74	82.42 $\pm$ 43.36	90.16 $\pm$ 34.87	86.86 $\pm$ 41.53

*Anmerkung.* MW = Mittelwert. SD = Standardabweichung.  $n$  = Stichprobengröße.

Die Verteilung der Zahnkontaktzeit auf die Zahnflächen wurde nicht nur absolut in Sekunden erfasst, sondern auch prozentual anteilig an der Zahnkontaktzeit berechnet. Die Studierenden putzten zu ungefähr gleichen Anteilen an der Zahnkontaktzeit die okklusalen und oralen Flächen (okkusal:  $MW = 29.36 \%$ ,  $SD = 11.27 \%$ ; oral:  $MW = 30.04 \%$ ,  $SD = 10.19 \%$ ). Die vestibulären Flächen wurden mit einem Anteil von  $MW = 40.60 \%$  ( $SD = 8.95 \%$ ) am stärksten berücksichtigt. Die Abbildung 5 zeigt diese prozentuale Flächenverteilung der Zahnkontaktzeit pro Studienjahr.

### Abbildung 5

Flächenanteile an der durchschnittlichen Zahnkontaktzeit (%) pro Studienjahr



*Anmerkung.* Gestapelte Mittelwerte der Flächenanteile pro Studienjahr. 1. Studienjahr:  $n = 11$ ; 2. Studienjahr:  $n = 17$ ; 3. Studienjahr:  $n = 21$ ; 4. Studienjahr:  $n = 17$ ; 5. Studienjahr:  $n = 16$ .

Zusätzliche Informationen, beispielsweise die konkreten Zahlenwerte des 1. und 5. Studienjahres, können auch der Tabelle 9 in Kapitel 5.2 entnommen werden.

*Zahnputzbewegungen.* Die Studierenden putzten am längsten mit horizontalen Bewegungen ( $MW = 137.25$  Sek.,  $SD = 62.89$  Sek.), gefolgt von vertikalen ( $MW = 35.07$  Sek.,  $SD = 43.05$  Sek.), kreisenden ( $MW = 55.75$  Sek.,  $SD = 40.33$  Sek.) und Bewegungen aus dem Formenkreis Basstechnik ( $MW = 30.26$  Sek.,  $SD = 72.52$  Sek.). Im ersten Studienjahr wurde ebenso am längsten horizontal geputzt, gefolgt aber von kreisenden und dann vertikalen Bewegungen. Bewegungen aus dem Formenkreis der Basstechnik traten nicht auf. Im fünften Studienjahr wurde ebenfalls am längsten horizontal geputzt, gefolgt von Bewegungen aus dem Formenkreis der Basstechnik, dann vertikalen und abschließend kreisenden Bewegungen. Die Bewegungen in durchschnittlichen Sekunden pro Studienjahr sind Tabelle 5 zu entnehmen.

**Tabelle 5**

*Die Zahnputzbewegungen pro Studienjahr*

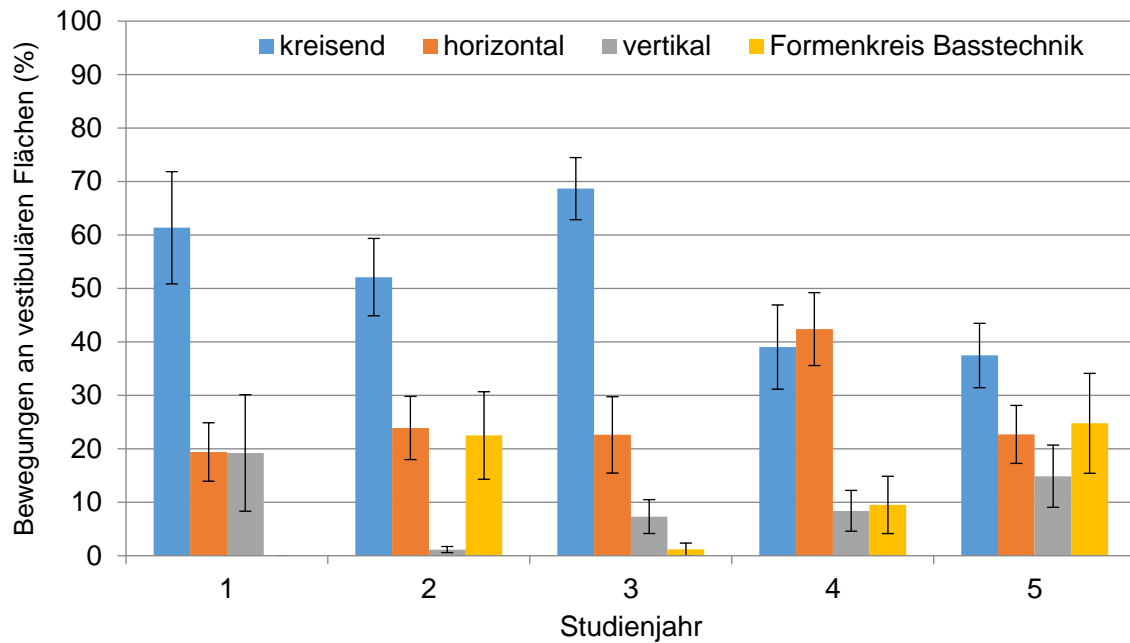
	Studienjahr				
	1.	2.	3.	4.	5.
	( $n = 11$ )	( $n = 17$ )	( $n = 21$ )	( $n = 17$ )	( $n = 16$ )
	$MW [s] \pm SD$	$MW [s] \pm SD$	$MW [s] \pm SD$	$MW [s] \pm SD$	$MW [s] \pm SD$
<b>Bewegungen</b>					
horizontal	110.17±46.81	123.72±46.79	156.07±72.31	170.38±63.90	110.33±54.54
vertikal	43.02±62.69	20.79±27.40	31.97±25.45	38.33±49.82	45.38±51.57
kreisend	60.70±45.26	51.70±38.28	74.76±36.42	47.05±45.81	40.96±31.39
Fk BT	0	51.73±84.84	2.16±9.92	21.56±52.70	74.40±114.73

*Anmerkung.*  $MW$  = Mittelwert.  $SD$  = Standardabweichung.  $n$  = Stichprobengröße.  
Fk BT = Formenkreis Basstechnik.

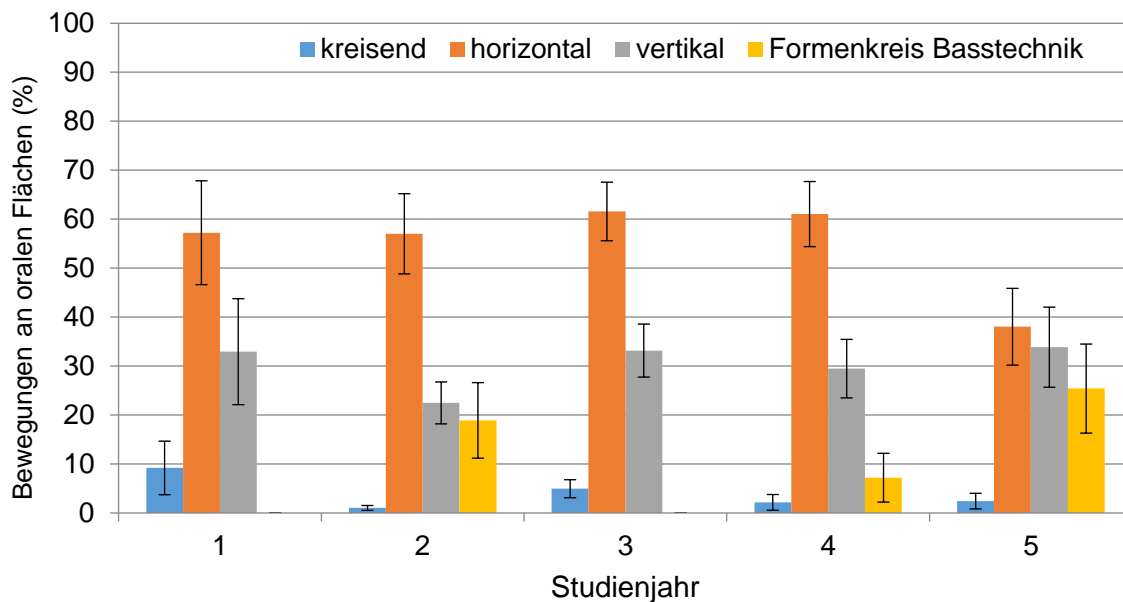
Es wurden weiterhin die prozentualen Bewegungsanteile jeweils an den vestibulären und oralen Zahnflächen betrachtet. An den vestibulären Flächen zeigten die Studierenden mit hohem Anteil kreisende Bewegungen ( $MW = 52.02$  %,  $SD = 31.26$  %), gefolgt von horizontalen ( $MW = 26.58$  %,  $SD = 24.62$  %), Formenkreis Basstechnik ( $MW = 11.77$  %,  $SD = 26.35$  %) und vertikalen Bewegungen ( $MW = 9.34$  %,  $SD = 19.96$  %). An den oralen Flächen dominierten horizontale Bewegungen ( $MW = 55.34$  %,  $SD = 31.17$  %), gefolgt von vertikalen ( $MW = 30.29$  %,  $SD = 26.63$  %), Formenkreis Basstechnik ( $MW = 10.37$  %,  $SD = 25.14$  %) und kreisenden Bewegungen ( $MW = 3.64$  %,  $SD = 9.06$  %). Die Verteilung in den einzelnen Studienjahren ist Abbildung 6 (vestibulär) und Tabelle 9 (oral) auf der folgenden Seite zu entnehmen.

**Abbildung 6**

Prozentuale Anteile der Bewegungen an den vestibulären Flächen pro Studienjahr

**Abbildung 7**

Prozentuale Anteile der Bewegungen an den oralen Flächen pro Studienjahr

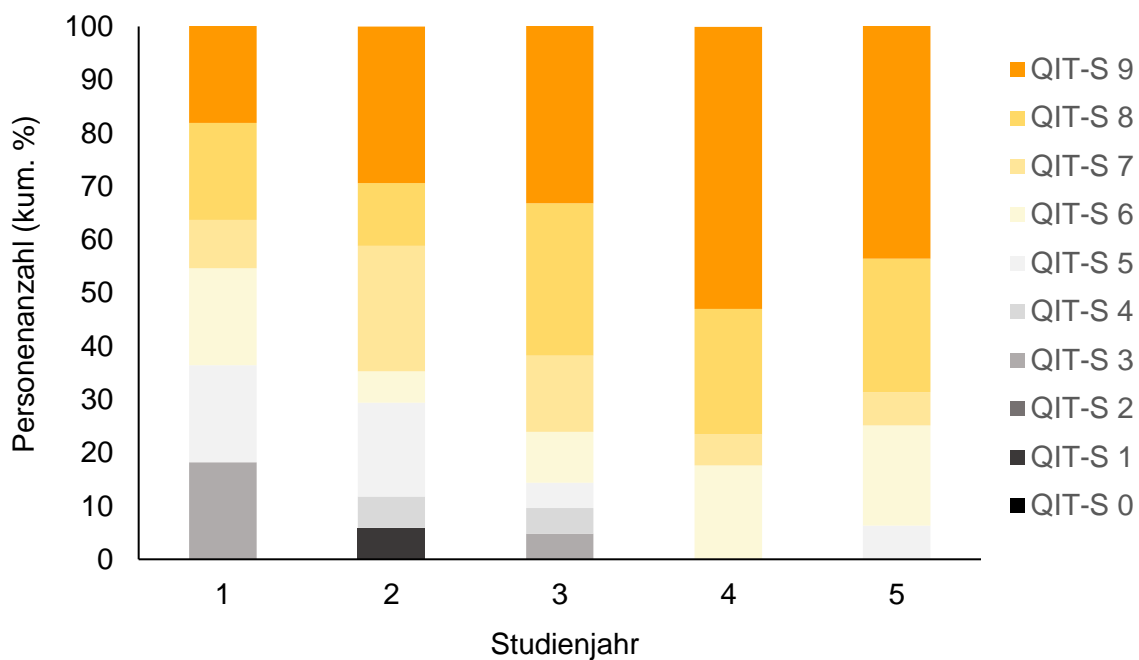


Anmerkung (Abb. 5 u. 6). Mittelwerte und Standardfehler der Mittelwerte der prozentualen Verteilung der einzelnen Putzbewegungen über die fünf Studienjahre hinweg. 1. Studienjahr:  $n = 11$ ; 2. Studienjahr:  $n = 17$ ; 3. Studienjahr:  $n = 21$ ; 4. Studienjahr:  $n = 17$ ; 5. Studienjahr:  $n = 16$ . **Ergänzend s. Tabelle 9, Kap. 5.2.**

*Vernachlässigte Flächen (QIT-S).* Die Erläuterung des QIT-S befindet sich in Kap. 3.4.3. Die Studierenden erreichten insgesamt einen Median von QIT-S (oral) = 8 und QIT-S (vestibulär) = 9. Der Median des QIT-S für die oralen Flächen lag im ersten Studienjahr bei 6, im zweiten bei 7, im dritten bei 8, im vierten bei 9 und im fünften bei 8. Der QIT-S für die vestibulären Flächen lag in jedem Studienjahr bei *Mdn* = 9. Die Abbildung 8 auf dieser Seite zeigt den prozentualen Anteil an Personen pro QIT-S Wert für die oralen Flächen in jedem Studienjahr. Da der QIT-S für die vestibulären Flächen so gut wie keine Variation aufwies und nahezu alle Studierenden alle Sextanten mehr als 7.5 Sekunden putzten, wird an dieser Stelle auf eine Abbildung verzichtet, befindet sich aber im Anhang (s. Anhang L).

### Abbildung 8

*Kumulative Personenanzahl (%) der erreichten QIT-S-Werte (oral) pro Studienjahr*



*Anmerkung.* 1. Studienjahr:  $n = 11$ ; 2. Studienjahr:  $n = 17$ ; 3. Studienjahr:  $n = 21$ ; 4. Studienjahr:  $n = 17$ ; 5. Studienjahr:  $n = 16$ . QIT-S = 0: Kein Sextant wurde mehr als 1 Sekunde geputzt; 1: Ein Sextant wurde mindestens 1 Sek. geputzt; 2: Zwei Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt; 3: Drei Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt; 4: Vier Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt; 5: Fünf Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt; 6: Alle Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt; 7: Alle Sextanten wurden mind. 3.5 Sek. geputzt; 8: Alle Sextanten wurden mind. 5. Sek. geputzt; 9: Alle Sextanten wurden mind. 7.5 Sek. geputzt.

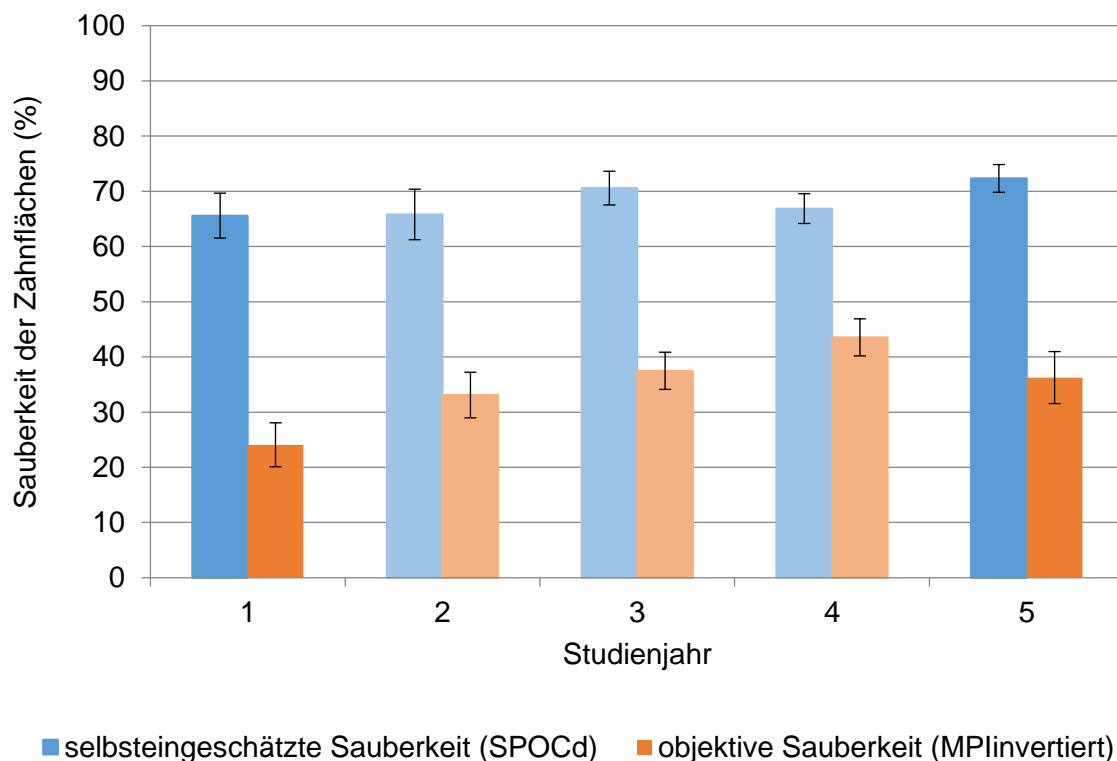
### 4.2.3 Deskriptive Analyse der untersuchten Determinanten

In diesem Kapitel erfolgt die deskriptive Darstellung der in dieser Arbeit angenommenen Determinanten des Zahnputzverhaltens (Problembewusstsein, Selbstwirksamkeitserwartung, motorisches Geschick).

*Problembewusstsein.* Die Operationalisierung des Problembewusstseins durch die Differenzwerte von  $SPOC_{n/d}$  und  $MPI_{invertiert}$  werden in Kap. 3.5.1 erläutert. Bei den Studierenden lag der Wert für die Differenzvariable auf Basis der naiven Sauberkeitsabfrage bei  $MW = 38.85$ ,  $SD = 22.68$  ( $SPOC_n$ -MPI) und nach Aufklärung bei  $MW = 32.70$ ,  $SD = 20.41$  ( $SPOC_d$ -MPI). Das erste Studienjahr wies eine „naive“ Differenz von  $MW = 54.92$  ( $SD = 16.62$ ) auf und eine „aufgeklärte“ Differenz von  $MW = 41.52$  ( $SD = 13.52$ ). Im fünften Studienjahr betrug die naive Differenz im  $MW = 42.68$  ( $SD = 22.14$ ) und aufgeklärt  $MW = 36.08$  ( $SD = 19.64$ ). In der Abbildung werden pro Studienjahr subjektive und objektive Sauberkeit gegenübergestellt.

#### Abbildung 9

Gegenüberstellung subjektiver und objektiver Sauberkeit nach dem Zähneputzen

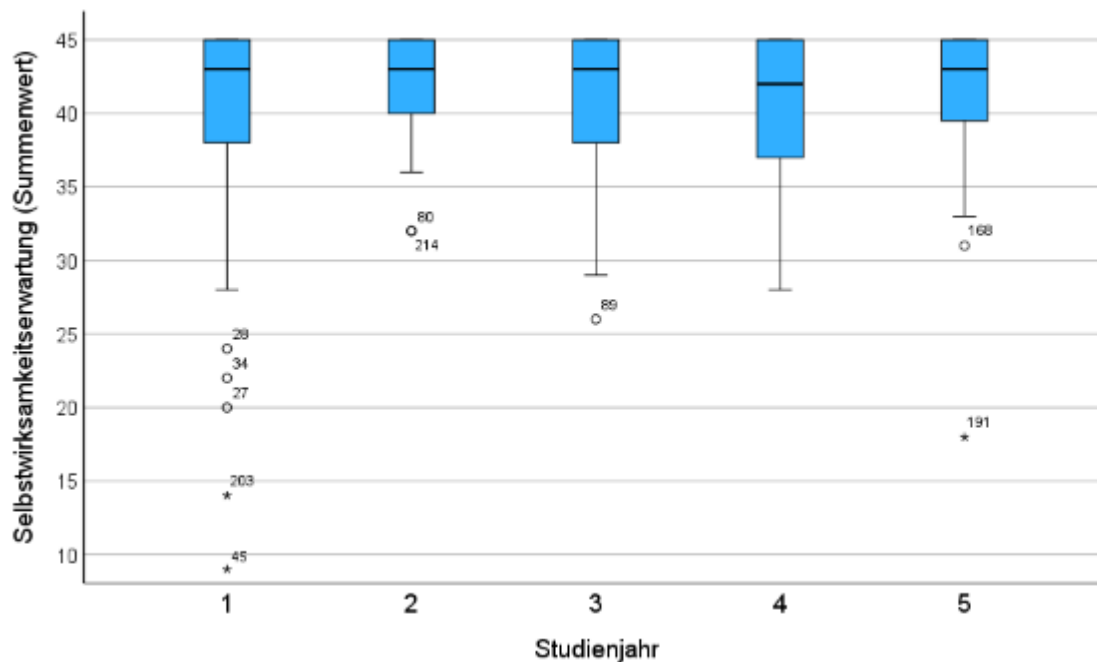


*Anmerkung.* Mittelwerte und Standardfehler der Mittelwerte von  $SPOC_d$  (blau) und  $MPI_{invertiert}$  (orange) pro Studienjahr. 1. Studienjahr:  $n = 11$ ; 2. Studienjahr:  $n = 17$ ; 3. Studienjahr:  $n = 21$ ; 4. Studienjahr:  $n = 17$ ; 5. Studienjahr:  $n = 16$ .

*Selbstwirksamkeitserwartung.* Der Fragebogen OHSEE zur Einschätzung der Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich des täglichen gründlichen Zähneputzens wird in Kap. 3.5.2 erläutert. Die Ausprägung der Selbstwirksamkeitserwartung lag bei einem  $MW = 40.5$  Punkten ( $SD = 6.2$ ) im ersten Studienjahr und bei einem  $MW = 42.0$  Punkten ( $SD = 3.5$ ) im fünften Studienjahr. Während das zweite und dritte Studienjahr einen Mittelwert von 41.9 ( $SD = 3.4$ ) und 41.2 ( $SD = 4.7$ ) Punkten erreichten, lag das vierte Studienjahr bei  $MW = 40.1$  ( $SD = 4.9$ ). Die Ergebnisse pro Studienjahr werden in Abbildung 10 pro Studienjahr mit Boxplots dargestellt.

### Abbildung 10

Boxplots zur Selbstwirksamkeitserwartung pro Studienjahr

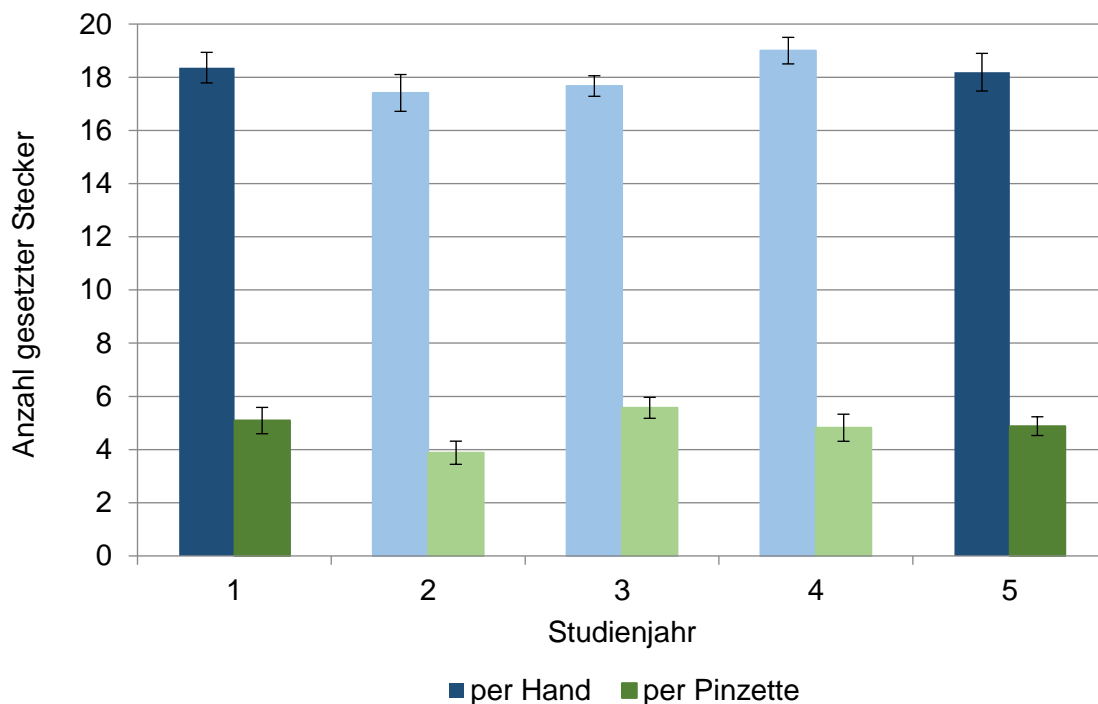


*Anmerkung.* Eine Box umfasst die mittleren 50 % der Daten. Die untere Grenze ist das erste Quartil (Q1, 25%-Perzentil), die obere Grenze ist das dritte Quartil (Q3, 75%-Perzentil). Der Median ist als Linie innerhalb der Box dargestellt. Die sog. Whisker zeigen die Streuung außerhalb der mittleren 50 % und enden bei den größten Werten innerhalb von  $Q1 - 1.5 \cdot IQA$  bzw.  $Q3 + 1.5 \cdot IQA$  (hier nicht abbildbar). Schwellenwert Ausreißer (°):  $> Q1 - 1.5 \cdot IQA$ . Schwellenwert Extremwerte (\*):  $> Q1 - 3 \cdot IQA$ .  $n = 255$ . 1. Studienjahr:  $n = 54$  (-2); 2. Studienjahr:  $n = 47$ ; 3. Studienjahr:  $n = 64$ ; 4. Studienjahr:  $n = 46$ ; 5. Studienjahr:  $n = 44$  (-1). Die Extremwerte wurden für die Hypothesenprüfung ausgeschlossen.

*Motorisches Geschick.* Die Überprüfung des motorischen Geschicks wurde in Kap. 3.5.3 beschrieben. Die Studierenden setzten innerhalb von 45 Sekunden mit der Hand im Durchschnitt  $MW = 18.09$  Stecker ( $SD = 2.34$ ;  $Mdn = 18$ ) und mit der Pinzette  $MW = 4.87$  Stecker ( $SD = 1.83$ ;  $Mdn = 5$ ). Studierende im ersten Studienjahr (Hand:  $MW = 18.36$ ,  $SD = 1.91$ ,  $Mdn = 18$ ) setzten per Hand ähnlich viele Stecker wie Studierende im fünften Studienjahr (Hand:  $MW = 18.19$ ,  $SD = 2.83$ ;  $Mdn = 18$ ). Beim Stecken mit der Pinzette setzten Studierende im ersten Studienjahr (Pinzette:  $MW = 5.09$ ,  $SD = 1.64$ ;  $Mdn = 5$ ) ebenfalls annähernd so viele Stecker wie Studierende im fünften Studienjahr (Pinzette:  $MW = 4.88$ ,  $SD = 1.41$ ;  $Mdn = 5$ ). Die folgende Abbildung 11 veranschaulicht die Anzahl gesetzter Stecker mit Hand und Pinzette pro Studienjahr.

### Abbildung 11

*Durchschnittliche Anzahl gesetzter Stecker per Hand oder Pinzette pro Studienjahr*



*Anmerkung.* Mittelwerte und Standardfehler der Mittelwerte der Anzahl gesetzter Stecker per Hand (blau) und per Pinzette (grün) pro Studienjahr. 1. Studienjahr:  $n = 11$ ; 2. Studienjahr:  $n = 17$ ; 3. Studienjahr:  $n = 21$ ; 4. Studienjahr:  $n = 17$ ; 5. Studienjahr:  $n = 16$ .

### 4.3 Prüfung der Hypothesen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Hypothesenprüfung vorgestellt. Zuerst wird die Testung zu den Hypothesen des Zahnputzverhaltens beschrieben (Kap. 4.3.1), dann die der Hypothesentestungen zu den untersuchten Determinanten des Zahnputzverhaltens (Kap. 4.3.2). Im Rahmen der Datenexploration ergaben sich unabhängig von den Hypothesen weitere Befunde. Sie werden in Kapitel 4.3.3 vorgestellt.

#### 4.3.1 Hypothesen zur Zahnputzperformanz

*QIT-S.* Es wurde geprüft, ob der QIT-S der oralen Flächen im ersten Studienjahr geringer als im fünften Studienjahr ist. Es gab einen signifikanten Unterschied im QIT-S (oral) zwischen den beiden Gruppen,  $U = 49.50$ ,  $Z = -1.96$ , exaktes  $p = .028$  (einseitig).

*Prozentualer Anteil horizontaler Putzbewegungen an den vestibulären Zahnflächen.* Es wurde getestet, ob der prozentuale Anteil horizontaler Putzbewegungen an den vestibulären Flächen im fünften Studienjahr geringer ist als im ersten Studienjahr. Es gab keinen signifikanten Unterschied im Anteil horizontaler Putzbewegungen an den vestibulären Flächen zwischen dem ersten und fünften Studienjahr,  $U = 86.00$ ,  $Z = -0.10$ , exaktes  $p = .471$  (einseitig).

*Prozentualer Anteil oraler Zahnputzzeit an gesamter Zahnkontaktzeit.* Es wurde geprüft, ob der prozentuale Anteil oraler Zahnputzzeit an der gesamten Zahnkontaktzeit im fünften Studienjahr höher ist als im ersten Studienjahr. Der Unterschied im Anteil der oralen Zahnputzzeit (%) an der Zahnkontaktzeit zwischen dem ersten und fünften Studienjahr war nicht signifikant, 95% CI [-12.11, 5.20],  $t(25) = -0.82$ ,  $p = .209$  (einseitig). Die Effektstärke lag bei Cohen's  $d = 0.32$ , 95% CI [-1.09, 0.45].

*Prozentualer Anteil horizontaler Putzbewegungen an den oralen Zahnflächen.* Es wurde getestet, ob der prozentuale Anteil horizontaler Putzbewegungen an den oralen Zahnflächen im fünften Studienjahr geringer als im ersten Studienjahr ist. Der Unterschied im Anteil horizontaler Putzbewegungen an den oralen Flächen zwischen dem ersten und fünften Studienjahr war nicht signifikant, 95% CI [-7.36, 45.77],  $t(25) = 1.49$ ,  $p = .075$  (einseitig),  $d = 0.58$ , 95% CI [-0.21, 1.36].

### 4.3.2 Hypothesen zu den Determinanten der Zahnputzperformanz

*Problembewusstsein.* Es wurde getestet, ob die Differenz zwischen subjektiver und objektiver Sauberkeit nach dem Zähneputzen im fünften Studienjahr geringer ist als im ersten Studienjahr. Der Unterschied in der Differenz von selbsteingeschätzter Sauberkeit der Zähne nach dem Zähneputzen ( $SPOC_d$ ) und der klinisch gemessenen Sauberkeit der Zähne nach dem Zähneputzen ( $MPI_{gesamt}$ ) zwischen dem ersten und fünften Studienjahr war nicht signifikant, 95% CI [-8.64, 19.52],  $t(25) = 0.80$ ,  $p = .217$  (einseitig),  $d = 0.31$ , 95% CI [-0.46, 1.08]. Dies galt auch für den Unterschied der Differenz von  $SPOC_n$  und  $MPI_{gesamt}$ , 95% CI [-3.99, 28.47],  $t(25) = 1.55$ ,  $p = .066$  (einseitig),  $d = 0.61$ , 95% CI [-0.18, 1.39].

*Selbstwirksamkeitserwartung.* Die Summenwerte zwischen den Studienjahren im Fragebogen für die Selbstwirksamkeitserwartung wurden auf Unterschiede geprüft. Weder die einfaktorielle ANOVA,  $F(4, 247) = 1.45$ ,  $p = .218$ ,  $\eta^2 = .02$ , noch die Korrektur nach Welch,  $F(4, 120, 706) = 1.65$ ,  $p = .167$ , zeigten einen signifikanten Unterschied zwischen den Studienjahren in der Selbstwirksamkeitserwartung.

*Motorisches Geschick.* Es wurde geprüft, ob im fünften Studienjahr eine höhere Anzahl gesetzter Stecker im PegBoard zu messen ist als im ersten Studienjahr. Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen der Anzahl gesetzter Stecker per Hand zwischen dem ersten und fünften Studienjahr,  $U = 87.00$ ,  $Z = -0.05$ ,  $p = .486$ . Dies galt ebenso für den Unterschied zwischen der Anzahl gesetzter Stecker per Pinzette zwischen beiden Gruppen,  $U = 79.50$ ,  $Z = -0.43$ ,  $p = .345$  (einseitig).

### 4.3.3 Weitere explorative Analysen

*Extremgruppenvergleiche.* Ausgangspunkt dieser Arbeit war die Annahme, dass das Zahnmedizinstudium mit einer Steigerung der Zahnputzeffektivität einhergeht und dieser Steigerung ein verändertes Zahnputzverhalten zugrunde liegt. Wie in Kapitel 4.3 gezeigt wurde, fällt der Unterschied in der Effektivität zwischen dem ersten und letzten Studienjahr jedoch geringer aus als erwartet (vgl. Kap. 3.6.1). Um mögliche Verhaltensunterschiede dennoch differenzierter analysieren zu können, erfolgt im Folgenden ein Vergleich zweier Extremgruppen ( $MPI > 90\%$ ,  $MPI < 40\%$ ), die unabhängig vom Studienjahr ausschließlich anhand ihrer Zahnputzeffektivität gebildet wurden. Die Ergebnisse sind auf den folgenden Seiten den Tabellen 6 und 7 zu entnehmen.

**Tabelle 6***Deskriptive Statistik der Extremgruppen und letztes Studienjahr*

	Stichproben		
	MPI > 90 <i>n</i> = 7	MPI < 40 <i>n</i> = 7	5. Studienjahr <i>n</i> = 16
<b>Soziodemographie</b>			
Alter ( <i>MW</i> ± <i>SD</i> )	24.0 ± 4.2	27.9 ± 10.0	24.8 ± 1.8
Geschlecht (m/w/d)	5/2/0	3/4/0	7/9/0
<b>Gesundheitsindizes (<i>MW</i> ± <i>SD</i>)</b>			
DMF-T Index	5.7 ± 4.3	2.4 ± 5.6	3.2 ± 4.0
PBI (%)	38.8 ± 33.7	17.0 ± 21.8	21.6 ± 17.8
MPI (%)	95.7 ± 2.1	32.7 ± 5.6	63.7 ± 18.8
<b>Zahnputzperformanz (<i>MW</i> ± <i>SD</i>)</b>			
Zahnkontaktzeit (s)	186.88 ± 22.98	337.61 ± 108.45	272.10 ± 79.09
<b>Flächen (%)</b>			
vestibulär	38.99 ± 15.7	40.41 ± 8.7	41.93 ± 5.4
okklusal	43.65 ± 11.6	22.76 ± 12.5	27.04 ± 12.0
oral	17.35 ± 11.7	36.83 ± 10.8	31.04 ± 9.9
<b>Bewegungen (vestibulär %)</b>			
kreisend	45.00 ± 39.9	51.09 ± 38.2	37.46 ± 24.1
horizontal	36.02 ± 31.4	24.06 ± 29.3	22.70 ± 21.7
vertikal	18.99 ± 37.2	2.88 ± 4.1	14.88 ± 23.3
Fk Basstechnik	-	21.91 ± 37.4	24.77 ± 37.4
<b>Bewegungen (oral %)</b>			
kreisend	2.42 ± 6.4	5.53 ± 7.1	2.42 ± 6.4
horizontal	73.85 ± 33.2	59.45 ± 28.8	38.03 ± 31.4
vertikal	22.9 ± 32.1	13.71 ± 10.4	33.86 ± 32.7
Fk Basstechnik	-	21.11 ± 37.1	25.41 ± 36.3

*Anmerkung.* DMFT, Anzahl der Zähne mit D/M/F-Kodierung von 28 Zähnen.

Fk Basstechnik: Formenkreis Basstechnik.

**Tabelle 7**

*Extremgruppenvergleiche in Bezug auf relevante Fragestellungen dieser Arbeit*

Variable	Extremgruppen		p-Wert
	MPI > 90 (n = 7)	MPI < 40 (n = 7)	
	MW ± SD	MW ± SD	
Studierte Semester <sup>1</sup> (n)	4.14±3.02	8.00±2.08	p = .017, d = 1.49
Zahnkontaktzeit (s) <sup>a</sup>	186.31±23.96	337.61±108.45	p = .010, d = 1.93
Oral an ZKZ (%) <sup>b</sup>	16.92±11.75	36.83±10.76	p = .006, d = 1.78
Okklusal an ZKZ (%) <sup>b</sup>	42.65±11.39	22.76±12.49	p = .009, d = 1.66
Horizontal oral (%) <sup>c</sup>	69.81±34.49	59.45±28.81	p = .553, d = 0.33
Horizontal vestibulär (%) <sup>c</sup>	32.72±28.89	24.06±29.31	p = .588, d = 0.30
Fk Basstechnik (s) <sup>c</sup>	0	73.11±125.64	p = .175, d = 0.82
QIT-S-oral (Index) <sup>d</sup>	5(Mdn.)±2.16	9(Mdn.)±2.16	p = .007, U = 4.50*
Problembewusstsein (%) <sup>e</sup>	66.20±20.57	8.50±6.13	p < .001, d = 3.80
Motorisches Geschick <sup>H</sup> (n)	18.29±2.81	18.57±2.57	p = .846, d = 0.12
Motorisches Geschick <sup>P</sup> (n)	3.14±1.22	5.29±1.60	p = .016, d = 1.51

*Anmerkung.* <sup>1</sup>vgl. Deskriptive Merkmale in Kap. 4.2.1. <sup>a|b|c|d</sup>vgl. Verhaltensparameter in Kap. 4.2.2. <sup>e|H|P</sup>vgl. Determinanten des Zahnputzverhaltens in Kap. 4.2.3. H: Hand. P: Pinzette. MW = Mittelwert. SD = Standardabweichung. Mdn. = Median. \*U-Test.

An dieser Stelle wird auf eine weitere Beschreibung und Einordnung dieser Ergebnisse verzichtet. Eine Ausführung zu diesen Befunden befindet sich als Teil der Diskussion in Kap. 5.2.1.

## 5 Diskussion

Obwohl gesunde Erwachsene in Befragungsstudien angeben, ihre Zähne in der Regel zweimal täglich zu putzen, lassen die hohen Prävalenzen plaqueassoziierter Erkrankungen in der Bevölkerung auf eine unzureichende Effektivität des Zahnputzverhaltens schließen (vgl. Kap. 2.1.1). Zahnmedizinisches Fachpersonal hingegen erreichte in einer Studie eine nahezu vollständige Plaquefreiheit von rund 90 % (Deinzer et al. 2018), was auf eine deutlich effektivere Zahnputzperformanz im Vergleich zu zahnmedizinischen Laien hindeutet. Bislang liegt jedoch keine Studie vor, die die Zahnputzperformanz von zahnmedizinischem Fachpersonal systematisch analysiert. Der Prozess der Professionalisierung in der Zahnmedizin erfolgt im Rahmen des Studiums. Studien belegen, dass Zahnmedizinistudierende über den Studienverlauf hinweg, etwa beim Vergleich früher und später Studienabschnitte, signifikante Verbesserungen u. a. in der Plaquefreiheit aufweisen (vgl. Kap. 2.1.4). Die Gruppe der Zahnmedizinistudierenden bietet somit eine geeignete Stichprobe, um Unterschiede sowie potenzielle Lernprozesse im Rahmen der Professionalisierung zu analysieren. Während Studierende im ersten Jahr weitgehend noch einen Laienstatus aufweisen, repräsentieren jene im letzten Jahr weitgehend professionalisiertes Fachpersonal. Für die vorliegende Untersuchung wurden im Sommersemester 2023 alle Zahnmedizinistudierenden der Justus-Liebig-Universität Gießen zu einer Erhebung eingeladen. Neben soziodemografischen Daten wurden vorab die Selbstwirksamkeitserwartungen im Hinblick auf gründliches tägliches Zähneputzen erfasst. Im Rahmen eines darauffolgenden Labortermins wurden zunächst zahnärztliche Befunde zur Mundgesundheit erhoben. Anschließend putzten die Teilnehmenden unter Kamerabeobachtung ihre Zähne. Direkt im Anschluss erfolgte die Plaqueerhebung. Zudem wurden die motorische Geschicklichkeit und die Selbsteinschätzung der erreichten Plaquefreiheit ermittelt. Die Videoaufnahmen wurden hinsichtlich Putzdauer, erreichten Zahnflächen, Bewegungsmustern und der geputzten Sextanten ausgewertet. Die daraus resultierende Zahnputzperformanz wurde zwischen erstem und letztem Studienjahr verglichen. Darüber hinaus wurden Unterschiede im Problembewusstsein und in der motorischen Geschicklichkeit zwischen beiden Gruppen untersucht. Die Analyse der Selbstwirksamkeitserwartungen erfolgte studienjahrübergreifend. Die Ergebnisse entsprechen nicht in allen Aspekten den formulierten Hypothesen (vgl. Kap. 4.3, Kap. 5.1). Diese teils unerwarteten Befunde werden im Folgenden zunächst anhand der deskriptiven Statistik, dann im Rahmen hypothesenprüfender und explorativer Analysen diskutiert und interpretiert. Das Kapitel schließt mit Implikationen für die Praxis und den Limitationen der hier durchgeführten Studie PUTZIS.

## 5.1 Beantwortung der Hypothesen

In diesem Abschnitt werden die Hypothesen (vgl. Kap. 2.4.1) kurz dargestellt und anhand der gemessenen Unterschiede (vgl. Kap. 4.3) tabellarisch eingeordnet.

**Tabelle 8**

### *Beantwortung der Hypothesen*

	Inhalt der Hypothese	Variablen & Testverfahren	Ergebnis	Sig.	Effekt	Bewertung
H1	Weniger vernachlässigte orale Sextanten im 5. SJ	QIT-S; <i>Mann-Whitney-U</i> (einseitig)	5. SJ > 1. SJ	Ja	n.b.	⊕
H2	Weniger horizontale Bewegungen vestibulär im 5. SJ	%horizontale Bewegungen vestibulär; <i>Mann-Whitney-U</i> (einseitig)	5. SJ < 1. SJ	Nein	n.b.	⊖
H1a	Mehr Putzzeit auf orale Flächen im 5. SJ	%orale Zahnkontaktzeit; <i>t</i> -Test (einseitig)	5. SJ > 1. SJ	Nein	<i>d</i> = klein	⊖
H2b	Weniger horizontale Bewegungen oral im 5. SJ	%horizontale Bewegungen oral; <i>t</i> -Test (einseitig)	5. SJ < 1. SJ	Nein	<i>d</i> = mittel	⊖
H3	Geringere Differenz SPOC – MPI <sub>invertiert</sub> im 5. SJ	Differenzwerte; <i>t</i> -Test (einseitig)	5. SJ < 1. SJ	Nein	<i>d</i> = klein /mittel	⊖
H4	Veränderung der Selbstwirksamkeit über Studienverlauf	OHSEE Summenwert; <i>ANOVA</i> (Welch)	Alle SJ = ↑	Nein	$\eta^2$ = klein	⊖
H5	Größere motorische Geschicklichkeit im 5. SJ	PegBoard (Hand/Pinzette); <i>Mann-Whitney-U</i> (einseitig)	5. SJ = 1. SJ	Nein	n.b.	⊖

*Anmerkung.* SJ = Studienjahr(e). ↑ = alle Summenwerte hoch, Deckeneffekt. N.b. = nicht bestimmt. ⊕ Hypothese angenommen. ⊖ Hypothese nicht angenommen.

## 5.2 Einordnung der deskriptiven Statistik

Rein deskriptiv wurde die Laborstichprobe als repräsentativ für die Gesamtstichprobe hinsichtlich Alter, Geschlechterverteilung, Vorerfahrungen und selbstberichtetem Mundhygieneverhalten angesehen. Die Gesamtstichprobe bestand zu 68.4 % aus weiblichen Personen. Da kein signifikanter Unterschied in der Geschlechterverteilung zwischen dem ersten und dem letzten Studienjahr festgestellt wurde, ist ein konfundierender Einfluss des Geschlechts auf die Zahnputzeffektivität weitgehend auszuschließen (Gleissner, 2014). Gleiches gilt für das Tragen eines Retainers im Unterkiefer (Dowd, 1999; Kartal & Kaya, 2019; Khoury & Sultan, 2023; Llana-Puy, 2006). Die Nutzung von elektrischen Zahnbürsten war im letzten Studienjahr häufiger vertreten als im ersten Studienjahr. Dies steht vermutlich im Zusammenhang mit der gängigen Empfehlung im Zahnmedizinstudium, dass elektrische Zahnbürsten die Zahnputzeffektivität erheblich steigern würden (Thomassen et al., 2021). Es ist zudem üblich, dass Unternehmen im Rahmen von Werbemaßnahmen den Zahnmedizinierenden elektrische Zahnbürsten schenken. Gleichwohl zeigte sich kein signifikanter Unterschied in der selbstberichteten wöchentlichen Nutzungsfrequenz einer elektrischen Zahnbürste ( $p = .074$ ). Die habituelle Nutzung einer elektrischen Zahnbürste galt in vorangegangenen Studien als Ausschlusskriterium. Es wurde angenommen, dass die gewohnte Nutzung einer elektrischen Zahnbürste einen Einfluss auf die im Labor gezeigte Zahnputzperformanz mit einer Handzahnbürste haben könnte. Studien, die die Zahnputzperformanz von habituell elektrisch oder manuell Putzenden miteinander verglichen, relativierten diese Annahme (Petker et al., 2019; Petker-Jung et al., 2022). In der vorliegenden Studie spricht die Anwendung aller untersuchten Putzbewegungsarten im letzten Studienjahr an den Seitenflächen gegen einen systematischen Effekt der habitualisierten Nutzung einer elektrischen Zahnbürste (vgl. Kap. 4.2.2). Eine grundlegende Annahme dieser Arbeit war, dass zahnmedizinisches Fachpersonal grundsätzlich über eine hohe Zahnputzeffektivität verfügt. Weiterhin wurde postuliert, dass Zahnmedizinierende im ersten Studienjahr als zahnmedizinische Laien und jene im letzten Studienjahr als zahnmedizinisches Fachpersonal gelten können. Diese Prämisse erfordert erst eine Prüfung, ob sich die Gruppen hinsichtlich ihrer Zahnputzeffektivität tatsächlich voneinander unterscheiden. Die Ergebnisse bestätigen zunächst einen signifikanten Unterschied: Sowohl der PBI als auch der MPI fallen im letzten Studienjahr signifikant niedriger aus als im ersten Studienjahr (vgl. Dissertation N. Berneburg). Dennoch zeigten die Studierenden im letzten Studienjahr im Durchschnitt noch Plaque an 63.7 % der Messstellen nach dem Zähneputzen, was auf eine weiterhin unzureichende Zahnputzeffektivität hinweist. Damit

muss festgehalten werden, dass Zahnmedizinstudierende im letzten Studienjahr zwar effektiver ihre Zähne zu putzen scheinen als Zahnmedizinstudierende im ersten Studienjahr (durchschnittlicher MPI im ersten Studienjahr = 75.9 %), darin jedoch nicht vergleichbar mit dem in der Literatur beschriebenen Niveau professionellen Fachpersonals sind. Es muss hinterfragt werden, warum in der zitierten Studie von Deinzer et al. (2018) eine fast durchgängig hohe Zahnputzeffektivität bei zahnmedizinischem Fachpersonal festgestellt werden konnte, die hiermit nicht replizierbar war. Weitere Ausführungen dazu befinden sich in Kapitel 5.3. Der signifikante Unterschied in der Zahnputzeffektivität wird trotzdem als Hinweis auf die erworbene Professionalität im letzten Studienjahr gewertet. Fraglich ist, wie sich dieser signifikante Unterschied in der Zahnputzperformanz zeigen könnte.

Um die Abgrenzung zwischen Zahnmedizinstudierenden unterschiedlicher Studienjahre und zahnmedizinischen Laien in Bezug auf die Zahnputzperformanz deskriptiv zu prüfen, wird die aktuelle Studie von Weik et al. (2023) als Referenzrahmen herangezogen (vgl. Kap. 2.2.2). Es wurden  $N = 111$  zahnmedizinische Laien randomisiert zwei Bedingungen zugewiesen: In einer Bedingung lautete die Instruktion zum Zähneputzen es *wie gewöhnlich* auszuführen, in der anderen wurden die Probandinnen und Probanden gebeten, es *so gründlich wie möglich* durchzuführen. Damit wurde die Möglichkeit geschaffen, Laien innerhalb ihrer Population dahingehend zu untersuchen, ob das Konzept gründlichen Zähneputzens von Laien bereits zur Steigerung ihrer Zahnputzeffektivität und zu Veränderungen in ihrer Zahnputzperformanz führt. Die Vergleiche zwischen diesen beiden Gruppen legten offen, dass unter dem Vorhaben, die Zähne *gründlich* zu reinigen, zwar durchschnittlich signifikant längere Zahnputzzeiten gemessen wurden, beide Gruppen sich jedoch nicht signifikant im MPI nach dem Zähneputzen, der Verteilung der Zahnputzzeit auf die Flächen oder der beobachteten Bewegungen beim Zähneputzen voneinander unterscheiden. Die Gruppe der gründlich Putzenden wies trotz längerer Zahnputzzeit in der Zahnputzperformanz alle Eigenheiten auf, die auch schon in anderen Studien bei Laien zu beobachten waren (Deinzer, Ebel et al., 2018; Ganss et al., 2018; z.B. Ganss et al., 2009; Harnacke, Mitter et al., 2012a; Harnacke et al., 2015; Petker-Jung et al., 2022; Schlueter et al., 2010). In der hier vorliegenden Studie PUTZIS wurden alle Zahnmedizinstudierenden gebeten, ihre Zähne *so gründlich wie möglich* zu putzen. Um die Gleichstellung von Zahnmedizinstudierenden des ersten Semesters mit zahnmedizinischen Laien in der Zahnputzperformanz zu prüfen, werden sie der Stichprobe der gründlich Putzenden aus der Studie von Weik et al. (2023) in der folgenden Tabelle 9 gegenübergestellt.

**Tabelle 9**

Vergleich von Laien (Weik et al., 2023) mit dem 1. und 5. Studienjahr (PUTZIS)

	Stichproben		
	Gründliche Laien (Weik et al., 2023) <i>n</i> = 46	1.Studienjahr (PUTZIS) <i>n</i> = 11	5.Studienjahr (PUTZIS) <i>n</i> = 16
<b>Soziodemographie</b>			
Alter ( <i>MW</i> ± <i>SD</i> )	22.60 ± 2.2	20.7 ± 2.1	24.8 ± 1.8
Geschlecht (m/w/d)	6/40/0	3/8/0	7/9/0
<b>Gesundheitsindizes (<i>MW</i> ± <i>SD</i>)</b>			
DMF-T Index	2.63 ± 2.90	1.9 ± 2.8	3.2 ± 4.0
PBI (%)	41.50 ± 19.0	35.1 ± 17.7	21.6 ± 17.8
MPI (%)	74.72 ± 14.03	75.9 ± 12.9	63.7 ± 18.8
<b>Zahnputzperformanz (<i>MW</i> ± <i>SD</i>)</b>			
Zahnkontaktzeit (s)	243.80 ± 90.61	214.59 ± 59.36	272.10 ± 79.09
<b>Flächen (%)</b>			
vestibulär	42.70 ± 12.5	40.89 ± 10.7	41.93 ± 5.4
okklusal	40.52 ± 12.3	31.53 ± 15.2	27.04 ± 12.0
oral	16.78 ± 11.7	27.58 ± 11.8	31.04 ± 9.9
<b>Bewegungen (vestibulär %)</b>			
kreisend	64.85 ± 32.7	61.35 ± 34.9	37.46 ± 24.1
horizontal	32.41 ± 32.7	19.41 ± 18.1	22.70 ± 21.7
vertikal	-	19.23 ± 36.2	14.88 ± 23.3
Fk Basstechnik	-	-	24.77 ± 37.4
<b>Bewegungen (oral %)</b>			
kreisend	-	9.20 ± 18.1	2.42 ± 6.4
horizontal	61.24 ± 33.8	57.23 ± 35.2	38.03 ± 31.4
vertikal	30.71 ± 29.8	32.95 ± 35.87	33.86 ± 32.7
Fk Basstechnik	-	-	25.41 ± 36.3

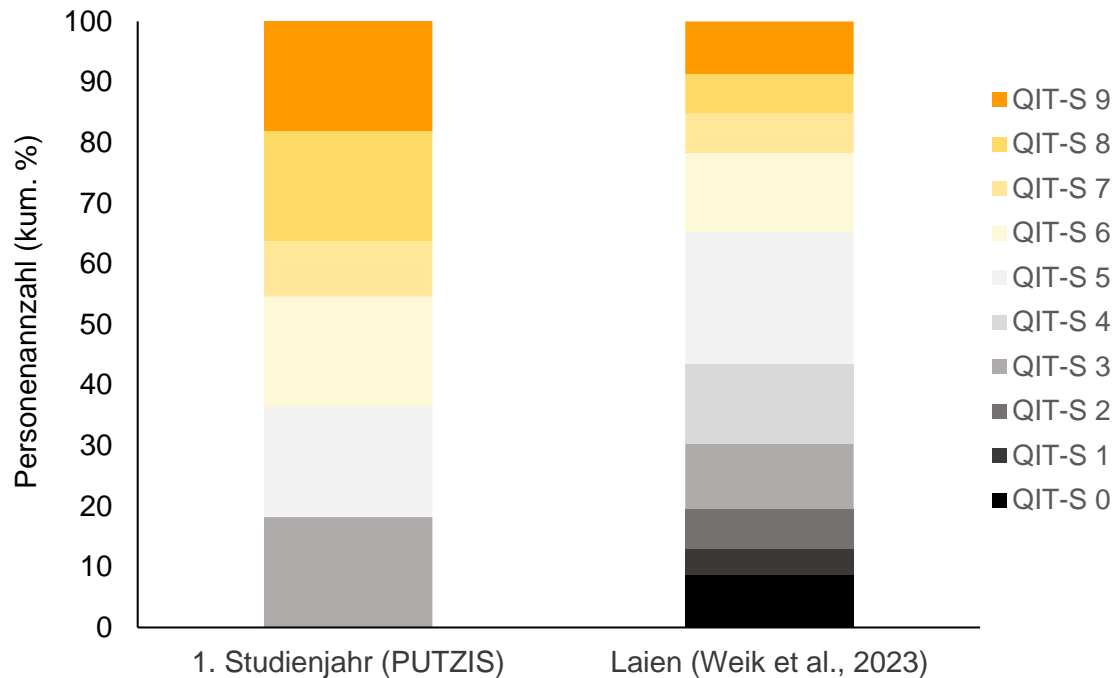
*Anmerkung.* DMFT, Anzahl der Zähne mit D/M/F-Kodierung von 28 Zähnen.

Fk Basstechnik: Formenkreis Basstechnik.

Die Gruppe gründlich putzender Laien verteilte die Zahnputzzeit gleichermaßen auf die vestibulären und okklusalen Flächen. Sie putzte die vestibulären Flächen vorwiegend mit kreisenden Bewegungen und bediente sich dabei auch horizontaler Bewegungen. An den oralen Flächen wiederum kamen vorwiegend horizontale Bewegungen und zum geringeren Anteil auch vertikale Bewegungen zum Einsatz. Im Vergleich dazu putzten Studierende des ersten Studienjahres ihre Zähne etwa eine halbe Minute kürzer als gründlich putzende Laien, doch wiesen sie deskriptiv bereits Unterschiede in der Zahnputzperformanz auf, obwohl der MPI annähernd gleich zwischen beiden Gruppen war. Bei Studierenden des ersten Studienjahres verlagerte sich der Flächenanteil an der Zahnputzzeit mehr auf die oralen Flächen. Dieser Befund zeigte sich auch im QIT-S für die oralen Flächen im Vergleich zwischen diesen beiden Gruppen (s. Abbildung 12). Hinsichtlich der Bewegungen fällt das 1. Studienjahr in Abgrenzung zur Laienpopulation durch eine Hinzunahme sowohl vertikaler Bewegungen auf den vestibulären Flächen als auch von kreisenden Bewegungen auf den oralen Flächen auf. Es bestehen also Unterschiede zwischen zahnmedizinischen Laien bei Weik et al. und Zahnmedizinstudierenden des ersten Studienjahres bei PUTZIS. Zu berücksichtigen ist die Größendifferenz beider Stichproben. Es sollen allerdings an dieser Stelle keine statistischen Gruppenvergleiche zwischen zwei unterschiedlichen Studien erfolgen. Es soll lediglich veranschaulicht werden, dass sich aus dem ersten Studienjahr bei PUTZIS eine Gruppe ergeben hat, die bereits ein etwas anderes Konzept gründlichen Zähneputzens zu haben scheint, als es noch bei Laien vorzufinden ist. In der Zahnputzperformanz scheinen Zahnmedizinstudierende des ersten Studienjahres also nicht unbedingt mit zahnmedizinischen Laien gleichzusetzen zu sein, zumindest nicht in diesem spezifischen Vergleich. Die Befunde über Zahnmedizinstudierende aus verschiedenen Studien beschreiben oft, dass bereits zu Beginn des Studiums ein gutes Niveau der Mundhygiene vorläge (vgl. Kap. 2.1.4). Die Identifikation mit dem Zahnmedizinstudium könnte dabei einen Einfluss haben. Wahrscheinlicher ist aber, dass hier der Einfluss der Vorerfahrungen eine Rolle spielt, den die Studierenden berichteten. Acht der 11 Personen aus der Stichprobe des 1. Studienjahres hatten angegeben, dass sie einschlägige zahnärztliche Vorerfahrungen vor ihrem Studium gesammelt hätten. Drei von ihnen stammten gemäß Selbstangabe aus Elternhäusern mit zahnärztlichem Bezug. Eine Person berichtete von einer zumindest begonnen einschlägigen Ausbildung. Sieben Personen gaben an, dass sie vor ihrem Studium (zusätzlich) ein zahnärztliches Praktikum absolviert hätten. Das könnte eine etwas stärkere Berücksichtigung der oralen Flächen erklären, aber auch die unzureichende Auswirkung auf die Zahnputzeffektivität. Das erste Studienjahr in PUTZIS könnte demgemäß als „aufgeklärte Laienpopulation“ definiert werden.

## Abbildung 12

QIT-S (oral) Vergleich 1. Studienjahr (n = 11) und zahnmedizinische Laien (n = 46)



Anmerkung. QIT-S = 0: Kein Sextant wurde mehr als 1 Sekunde geputzt, 1: Ein Sextant wurde mindestens 1 Sek. geputzt, 2: Zwei Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt, 3: Drei Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt, 4: Vier Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt, 5: Fünf Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt, 6: Alle Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt, 7: Alle Sextanten wurden mind. 3.5 Sek. geputzt, 8: Alle Sextanten wurden mind. 5. Sek. geputzt, 9: Alle Sextanten wurden mind. 7.5 Sek. geputzt.

Entscheidend für eine Abgrenzung von den Zahnmedizinierenden insgesamt zu zahnmedizinischen Laien ist, so wie es in der Studie Weik et al. (2023) beobachtet werden konnte, ob Zahnmedizinierende des letzten Studienjahres lediglich auch ihre Zahnputzzeit ausdehnen, dabei aber die gleichen Muster und Defizite wie Studierende des ersten Studienjahres beibehalten. Das spräche gegen Einflüsse auf die Zahnputzperformanz durch eine Professionalisierung im Zahnmedizinstudium. Es fällt in diesem Vergleich zunächst auf, dass Zahnmedizinierende im letzten Studienjahr tatsächlich eine durchschnittlich längere Zahnputzzeit vorwiesen als Studierende des ersten Studienjahres. Bei der Verteilung der Zahnputzzeit auf die Flächen fällt deskriptiv auf, dass Zahnmedizinierende im letzten Studienjahr ihre oralen Flächen leicht mehr

als ihre okklusalen Flächen berücksichtigten. Diese Umkehr in der Zahnputzzeitverteilung unterscheidet sie von Zahnmedizinstudierenden des ersten Studienjahres und auch von Laien. Im QIT-S zeigte sich, dass im letzten Studienjahr mehrheitlich alle Sextanten beim Zähneputzen berücksichtigt wurden. Bei den Zahnputzbewegungen ist zu sehen, dass bei Zahnmedizinstudierenden des letzten Studienjahres sowohl vestibulär als auch oral mit einem Anteil von bis zu 25 % Bewegungen aus dem Formenkreis der Basstechnik beobachtet werden konnten. Die Ausführung von Bewegungen, die dieser komplexen Zahnputztechnik zugeordnet werden können, ist ein neu zu beobachtendes Verhalten. Es zeigte sich hier außerdem in der Verteilung von kreisenden, horizontalen und vertikalen Bewegungen sowie Bewegungen aus dem Formenkreis Basstechnik insgesamt, dass bei fortgeschrittenen Studierenden alle vier untersuchten Bewegungsarten sowohl an den vestibulären als auch oralen Flächen zum Einsatz kamen. Obwohl die Gleichsetzung mit zahnmedizinischem Fachpersonal aufgrund des zu hohen MPIs nicht gelingt, so zeigten die explorativen Analysen in den Extremgruppen effektiv und nicht effektiv Putzender, dass die Gruppe der Zahnmedizinstudierenden im letzten Studienjahr durchaus im Durchschnitt tendenziell die Zahnputzperformanz zeigte, die auch bei effektiv Putzenden vorgefunden werden konnte (vgl. Tabelle 6).

Betrachtet man nun die möglichen psychologischen Determinanten, die diese Veränderungen bedingt haben könnten, fällt auf, dass die Einschätzung der subjektiven Sauberkeit der Zähne nach dem Zähneputzen im letzten Studienjahr höher war als im ersten. Zwar bot das letzte Studienjahr dafür auch eine etwas höhere objektive Sauberkeit (MPI) an, doch reichte diese nicht aus, um die Diskrepanz zwischen Selbsteinschätzung und objektiver Plaquemessung nennenswert zu verkleinern. Auch die Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich des täglichen gründlichen Zähneputzens fiel in allen Studienjahren gleichermaßen sehr hoch aus. Gemäß der Boxplots (s. Abbildung 10) wird aber auch ersichtlich, dass es im letzten Studienjahr im Vergleich zum ersten weniger Ausreißer und Extremwerte nach unten gab und auch die Spannweite der Daten ist im letzten Studienjahr geringer. Das motorische Geschick fiel deskriptiv im ersten und letzten Studienjahr nahezu identisch aus. Daher wird an dieser Stelle auf eine weitere Beschreibung und Einordnung verzichtet. Eine ausführliche Interpretation befindet sich in Kap. 5.3.

### **5.2.1 Explorative Analysen: Was tun effektiv Putzende?**

In Kap. 4.3.3 befinden sich als weitere explorative Analysen zwei Datentabellen. Da die Zahnputzeffektivität der Zahnmedizinstudierenden im letzten Studienjahr nicht erwartungsgemäß ausfiel, die Zahnputzperformanz von effektiv putzenden Personen

aber zentrale Fragestellung dieser Arbeit sein sollte, wurden als explorative Behelfsmaßnahme zusätzlich Extremgruppen aus effektiv ( $MPI < 40$ ) und nicht effektiv ( $MPI > 90$ ) Putzenden gebildet und miteinander verglichen. Dabei wurde die Gruppe der effektiv Putzenden im Durchschnitt eher von Studierenden höherer Semester gebildet, die Gruppe der nicht effektiv Putzenden von Personen mit weniger Studienerfahrung (vgl. Tabelle 7). Auch hier wiesen die effektiv Putzenden eine längere Zahnkontaktzeit auf, die im Durchschnitt mit fast sechs Minuten sogar noch höher lag als die von gründlich putzenden Laien und den Zahnmedizinierenden insgesamt (vgl. Tabelle 6). Der Anteil an Zahnputzzeit der okklusalen Flächen entsprach bei effektiv Putzenden nur ungefähr der Hälfte des Anteils, den nicht effektiv Putzende ihrer Zahnputzzeit auf die okklusalen Flächen investierten. Stattdessen wurden die oralen Flächen verstärkt ins Zähneputzen einbezogen. Eine Tendenz, die sich auch im letzten Studienjahr bei den Zahnmedizinierenden andeutete. Interessant ist auch die Anwendung aller vier untersuchten Bewegungsarten sowohl auf den vestibulären als auch den oralen Flächen, die bereits bei den Studierenden im letzten Studienjahr benannt worden ist. Betrachtet man die Gruppenvergleiche in Tabelle 7 so fällt auf, dass sämtliche Vergleiche, wären sie vorab als zu prüfende Hypothesen formuliert worden, signifikant geworden wären. Einzig die Hypothesen zu horizontalen Putzbewegungen hätten einer Prüfung nicht standgehalten. Auch der Unterschied in der Anwendung von Bewegungen aus dem Formenkreis der Basstechnik nicht. Interessant ist, dass sich in diesem Vergleich auch ein Unterschied im vorhandenen Problembewusstsein und in der motorischen Geschicklichkeit zeigte. Effektiv Putzende schienen in ihrer Selbsteinschätzung wesentlich näher bei ihren objektiv gemessenen Plaquewerten zu liegen als nicht effektiv Putzende. Zwar bestand bei der motorischen Geschicklichkeit mit der bloßen Hand kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen, wohl aber hinsichtlich der feinmotorischen Nutzung einer Pinzette. Aber: Die gebildeten Extremgruppen auf Basis der Plaquewerte ( $n = 7$ ) dienen der weiteren explorativen Hypothesengenerierung und sind aufgrund der geringen Gruppengröße statistisch nur sehr eingeschränkt interpretierbar. Die Ergebnisse sollten daher nicht überinterpretiert werden und verstehen sich als weitere Hinweise auf potenzielle Veränderungen, die in Studien mit adäquater Fallzahl systematisch überprüft werden müssen.

Im folgenden Kapitel sollen die Befunde der vorangegangenen Kapitel interpretiert und eingeordnet werden.

### 5.3 Einordnung und Interpretation der Ergebnisse

Aus den in den vorangegangenen Kapiteln vorgestellten Befunden sollen im Folgenden Antworten auf die zwei entscheidenden Forschungsfragen dieser Arbeit abgeleitet werden: Wie gestaltet sich eine effektive Zahnputzperformanz und was sind die möglichen Vorraussetzungen für eine effektive Zahnputzperformanz?

#### 5.3.1 *Wie gestaltet sich eine effektive Zahnputzperformanz?*

Die Aufnahme eines Zahnmedizinstudiums beziehungsweise bestimmte Einflüsse durch zahnmedizinische Vorerfahrungen scheinen damit einherzugehen, dass bereits im ersten Studienjahr in dieser Studie eine andere Aufmerksamkeit zum eigenen Mundraum beim Zähneputzen zu bestehen schien als bei Laien. Dies äußerte sich in der Zahnputzperformanz zumindest durch eine stärkere Berücksichtigung der oralen Flächen, die bei zahnmedizinischen Laien in der Regel vermisst wird. Hier scheint ein wesentlicher Aspekt vorzuliegen, der durch Vorerfahrungen beziehungsweise die Entscheidung für ein Zahnmedizinstudium gefördert zu werden scheint. Es bestehen deskriptiv Hinweise darauf, dass sich im Verlauf des Zahnmedizinstudiums eine Verlagerung der Zahnputzzeitanteile von den okklusalen auf die oralen Flächen ergibt. Dass diese Verlagerung wichtig ist, um die entscheidenden Stellen zur Prävention von Gingivitis und Parodontitis am Gingivarand mehr einzubeziehen, zeigten auch die Unterschiede in der Zahnputzzeitverteilung auf die Flächen in den Extremgruppen. Bei diesen konnte die Verlagerung des Zahnputzzeitanteils von den okklusalen auf die oralen Flächen noch eindrücklicher als im letzten Studienjahr nachvollzogen werden. Trotzdem reichte der Unterschied zwischen dem ersten und letzten Studienjahr in der Verlagerung noch nicht aus, um ebenfalls statistisch signifikant zu werden. Über die Studienjahre hinweg scheint sich die Aufmerksamkeit auf die oralen Flächen auch insofern weiter zu manifestieren, als dass im letzten Studienjahr noch weniger orale Flächen beim Zähneputzen vernachlässigt oder vergessen wurden als noch zu Beginn des Studiums. Der Unterschied in der Berücksichtigung der oralen Flächen (QIT-S) hat sich als einzige Hypothese erwiesen, die beim Vergleich des ersten und letzten Studienjahres in der statistischen Prüfung signifikant wurde.

Zahnmedizinstudierende scheinen im Verlauf ihres Studiums zunehmend von Informationen rund um Zahnputztechniken geprägt zu werden und versuchten diese dann auch in die eigene Zahnputzperformanz einzubinden. Dies gelang ihnen allerdings nicht durchgängig und auch nicht zufriedenstellend, da zur Erfassung dieses Verhaltens die Kategorie der modifizierten Basstechnik in den Formenkreis der Basstechnik umdefiniert werden musste (vgl. Kap. 4.1.1). Es bleibt fraglich, ob die Ineffektivität des

Zähneputzens, die leider insgesamt in allen Studienjahren vorzufinden war, auf eine fehlende oder schlechte Durchführung der modifizierten Basstechnik zurückzuführen ist oder ob, gemäß der Studienlage, eine solche Technik nicht unbedingt zum effektiveren Zähneputzen führt (vgl. Kap. 2.2.1). In den Extremgruppen konnte die Anwendung der Bewegungen aus dem Formenkreis der Basstechnik den Unterschied zwischen effektivem und ineffektivem Zähneputzen nicht erklären, was den Punkt der Fraglichkeit des Nutzens einer solchen Technik stützt. Andererseits sind Bewegungen aus dem Formenkreis der Basstechnik eben auch nur im letzten Studienjahr und in der Extremgruppe der effektiv Putzenden zu finden, also dort, wo von einer höheren Zahnputzeffektivität ausgegangen werden kann. Insgesamt schien deskriptiv im letzten Studienjahr hinsichtlich der Zahnputzbewegungen, mutmaßlich durch die Anwendung von Bewegungen aus dem Formenkreis der Basstechnik, eine breitere Anwendung von Bewegungsarten vorzuliegen als noch zu Beginn des Studiums. Dieses Muster führte sich auch in der Extremgruppe der effektiv Putzenden fort. Das breiter genutzte Bewegungsspektrum könnte ein Zeichen dafür sein, dass Studierende im letzten Studienjahr zumindest bemüht sind, die Zahnputzbewegungen etwas elaborierter und mit mehr Reflexion ihres theoretischen Nutzens auszuführen. Dieser Vermutung lagen die Hypothesen zugrunde, dass ein elaboriertes Zahnputzbewegungsmuster gleichzusetzen sei mit einer Abnahme horizontalen Schrubbens. Doch die Anwendung von horizontalen beziehungsweise schrubbenden Putzbewegungen, die vor allem an den oralen Flächen beobachtet werden können, scheint die Zahnputzeffektivität weder positiv noch negativ zu bestimmen. Zumindest machten die Anteile an horizontalen Bewegungen weder zwischen dem ersten und letzten Studienjahr noch in den Extremgruppen zwischen effektiv und nicht effektiv Putzenden einen signifikanten Unterschied aus.

Wie diese Hinweise in die praktische Versorgung eingebunden werden können, wird in Kap. 5.3.3 erörtert.

### **5.3.2 Voraussetzungen für eine effektive Zahnputzperformanz**

Den Ursprüngen möglicher Veränderungen in der Zahnputzperformanz wurden in dieser Arbeit psychologische Determinanten wie das Problembewusstsein, die Selbstwirksamkeitserwartung und das motorische Geschick vorausgesetzt (vgl. Kap. 2.3). Die Zahnmedizinierenden in dieser Studie wiesen in allen Studienjahren eine sehr hohe Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich des täglichen gründlichen Zähneputzens auf. Dieser Deckeneffekt machte es schwierig, Unterschiede in den Ausprägungen inferenzstatistisch zu identifizieren. Die deskriptive Statistik wies darauf hin, dass sich über die Studienjahre hinweg die seit Anbeginn bestehende hohe

Selbstwirksamkeitserwartung zu verdichten scheint. Das heißt, dass Zahnmedizinstudierende am Ende ihres Studiums durchschnittlich noch weitaus stärker davon überzeugt zu sein scheinen, das tägliche gründliche Zähneputzen trotz widriger Umstände wie Erkrankungen, Urlaub oder Sozialleben in jedem Fall umzusetzen. Dies könnte insofern beruflich bedingt sein, als dass die persönliche Mundhygiene durch den Zugang zu professionellen Hygienemöglichkeiten und -räumen im Arbeitskontext nicht mehr nur an den häuslichen Rahmen gebunden ist, sondern sich womöglich der Eindruck einer ständigen potenziellen Umsetzbarkeit im Alltag ergibt. Andererseits könnte eine verdichtete Selbstwirksamkeitserwartung nicht nur an solche externen Faktoren gekoppelt sein, sondern auch für ein internalisiertes Selbstverständnis sprechen. Die Vorbildfunktion und das höhere Wissen um die Notwendigkeit des Zähneputzens als Präventionsmaßnahme einer Zahnärztin oder Zahnarztes gehen sicherlich auch mit dem Erleben einher, kompetent und verantwortungsbewusst das persönliche Zähneputzen jederzeit in den Alltag integrieren zu können und auch zu müssen. Eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich des täglichen gründlichen Zähneputzens wiesen allerdings auch Laien auf (Ebel et al., 2019; Harnacke et al., 2015). Eine solche hohe Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich des täglichen gründlichen Zähneputzens bleibt als Voraussetzung einer effektiven Zahnputzperformanz anzusehen. Sie ist die Bedingung dafür, dass Menschen überhaupt in Betracht ziehen, sich mindestens einmal täglich mit dem Zähneputzen auseinanderzusetzen. Das Problem, das zu den hohen Deckeneffekten führen könnte, betrifft daher eher die Frage nach dem Verständnis der Befragten von *Gründlichkeit* und damit das Problembewusstsein. Das Problembewusstsein wurde in dieser Studie als Diskrepanz zwischen selbst eingeschätzter Sauberkeit und objektiver Sauberkeit nach dem Zähneputzen definiert.

Auch diese Studie konnte, wie vorangegangene Studien, eine hohe Diskrepanz zwischen der Selbsteinschätzung der Sauberkeit der eigenen Zähne nach dem Zähneputzen und der objektiven Sauberkeit feststellen (Eidenhardt et al., 2022; Weik et al. 2023). Weder zahnmedizinische Laien noch die Zahnmedizinstudierenden des ersten und letzten Studienjahres dieser Studie konnten ein gründliches, also effektives Zähneputzen zeigen. Stattdessen nahm die Überzeugung, die Zähne gründlich gereinigt zu haben, mit den Studienjahren zu, obwohl die objektive Einschätzung der Sauberkeit nicht in dem Maße zunahm, dass sie an die subjektive Einschätzung heranreichen konnte. Es zeigte sich, dass die Erläuterung des MPIs im ersten Studienjahr eine stärkere Selbstkorrektur der eigenen Plaquebewertung bewirkte als im letzten Studienjahr. Das Problembewusstsein für die eigene mangelhafte Zahnputzeffektivität

scheint das Zahnmedizinstudium nicht ausreichend oder nachhaltig zu fördern. Genau wie zahnmedizinische Laien schätzen alle Zahnmedizinierenden ihre erreichte Sauberkeit nach dem Zähneputzen mehr als doppelt so hoch ein, wie sie es tatsächlich ist. Der Vergleich in den Extremgruppen zeigte wiederum, dass sich bei effektiv Putzenden eine Kongruenz zwischen subjektiver und objektiver Einschätzung einstellt. Dies könnte entweder für eine tatsächlich realistische Selbsteinschätzung stehen oder dafür, dass der Hybris nun passende Ergebnisse entgegengesetzt werden. Mit dem Messinstrument des SPOCs zur Selbsteinschätzung der Sauberkeit nach dem Zähneputzen kann nicht zufriedenstellend aufgelöst werden, ob eine Abnahme der Diskrepanz zwischen dieser und der tatsächlich Zahnputzeffektivität für ein vorausgegangenes gesteigertes Problembewusstsein steht oder ob die Personen eher zufällig eine bessere Zahnputzeffektivität aufweisen, ohne wirklich zu wissen, wie sie diese hergestellt haben. Es kann nur sichtbar gemacht werden, dass sich zwischen der Selbsteinschätzung und der tatsächlichen Messung der Sauberkeit der Abstand verringert. Aufgrund dieser Tatsache allein ist die Unterstellung einer Selbstüberschätzung, wie sie berechtigt bei einer hohen Diskrepanz gemacht werden kann, dann nicht mehr haltbar. Ob hier dann aber auch stattdessen ein gesteigertes Problembewusstsein vorliegt, ist zwar naheliegend, aber eben nicht ganz belegbar. Dass ein gesteigertes Problembewusstsein vorliegt, wird eher durch weitere Indizien gestützt. So scheint effektiv(er) Putzenden deutlicher als anderen die Relevanz des Putzens ihrer oralen Flächen bewusst zu sein und sie scheinen sich auch eher als andere die Zeit für das Zähneputzen zu nehmen. Auch die bereits beschriebene breitere Anwendungsbereitschaft in den Bewegungsmustern spricht für eine differenziertere Auseinandersetzung mit dem Zahnputzvorgang.

Die motorische Geschicklichkeit erwies sich im Vergleich zwischen den Studierenden des ersten und letzten Studienjahres nicht als maßgeblich. Dies ist verwunderlich, da der Anteil motorischen Trainings durch Kurse im Zahnmedizinstudium und durch die praktische Tätigkeit an Patientinnen und Patienten nicht gering ist. Allerdings blieben auch die erwarteten hohen Zahnputzeffektivitäten im letzten Studienjahr aus, weshalb die Beibehaltung der Nullhypothesen zur Relevanz motorischen Geschicks beim Zähneputzen eben diese nicht ausschließt. Ein interessanter Hinweis ergab sich dann bei der Überprüfung des motorischen Geschicks in den Extremgruppen. Hier fielen die effektiv Putzenden tatsächlich durch ein höheres feinmotorisches Geschick auf. Dieses muss nicht unbedingt durch das Zahnmedizinstudium erworben worden sein, schließlich befinden sich in der Extremgruppe der effektiv Putzenden auch Personen aus eher mittleren

Semesterzahlen. Das aber lässt den Schluss zu, dass das Zahnmedizinstudium selbst zwar nicht unbedingt das feinmotorische Geschick der Studierenden fördert, feinmotorisches Geschick aber bei den Personen vorgefunden werden kann, die sich effektiv die Zähne putzen. Streitbar bleibt weiterhin, ob das motorische Geschick nun auch bei gesunden Erwachsenen ein wichtiges Element zur Umsetzung einer effektiven Zahnputzperformanz ist oder nicht. Es könnte sein, dass feinmotorisches Geschick tatsächlich mit einer höheren Achtsamkeit für kleinste Bereiche einhergeht und auch die Voraussetzung schafft, anatomisch herausfordernde Bereiche im Mundraum besser zu erreichen. Ob das feinmotorische Geschick für eine effektive Zahnputzperformanz eine notwendige Voraussetzung ist, wird sich erst erweisen, wenn gesunde Erwachsene ein Bewusstsein für schwer zugängliche Bereiche ihres Mundes entwickeln und dann in der Erprobung des Zähneputzens an diesen Stellen trotzdem scheitern.

Welche Implikationen sich daraus für das Zahnmedizinstudium aber auch für die Patientenversorgung ableiten lassen, soll im folgenden Kapitel diskutiert werden.

### **5.3.3 Implikationen für Zahnmedizinstudium und Patientenversorgung**

Die größte Überraschung für die Versuchsleitenden dieser Studie war, dass die Zahnmedizinierenden der Justus-Liebig-Universität im letzten Studienjahr hinsichtlich ihrer Zahnputzeffektivität weit hinter den Erwartungen zurückgeblieben sind, die sich auf Basis der Studie von Deinzer et al. (2018) ergeben hatten. Eine Hinterfragung der Stichprobe dieser Studie führte zu dem Ergebnis, dass die dort untersuchten zahnmedizinischen Fachkräfte, zu denen auch Zahnmedizinierende der Universität Köln gehörten, im Curriculum ihres Studiums eine Prüfung ihrer Zahnputzeffektivität durchlaufen hatten. Das Bestehen der Prüfung setzte voraus, dass die Studierenden eine hohe Zahnputzeffektivität durch das Zähneputzen erzielten. Die Auseinandersetzung mit der persönlichen Zahnputzeffektivität und -performanz war in dieser Stichprobe demnach intensiv gefördert und auch kontrolliert worden. Zahnmedizinierende in Gießen hingegen erfahren zwar den theoretischen Einfluss und dürfen sich in einem Kurs auch gegenseitig die Zähne anfärben, um im Anschluss ihre Plaque auf das Mikrobiom zu untersuchen, doch eine genauere Kontrolle oder gar ein Training des eigenen Zähneputzens bleibt aus (Erfahrungen der zahnmedizinischen Doktoranden). Es scheint vorausgesetzt zu werden, dass die vorwiegend theoretische Beschäftigung mit dem Zähneputzen zum Erreichen einer gründlichen Zahnputzperformanz ausreicht. Da die Studierenden im letzten Studienjahr tendenziell die Zahnputzperformanz effektiv Putzender zu zeigen scheinen, fehlt es ihnen möglicherweise einzig noch am individuellen Transfer und an einer Anpassung ihrer Zahnputzperformanz an die tatsächlichen Schwachstellen ihrer Zähne. Hier ist

gegebenenfalls anzuregen, die Lehrplanung anzupassen und ein verstärktes Augenmerk auf das persönliche Training zu legen, gerade auch dem Beispiel anderer Universitäten folgend. Das wiederum könnte das Problembewusstsein für eine mangelhafte Zahnputzeffektivität fördern und zieht in der Folge vermutlich auch eine Überprüfung der Selbstwirksamkeitserwartungen nach sich. Übertragen auf die Situation mit Patientinnen und Patienten bedeutet dies, dass kurze zahnärztliche Aufklärungen über das Zähneputzen oder die ein- bis zweimalige Anfärbung der Zähne zur Veranschaulichung von Schwachpunkten in der zahnärztlichen Praxis schwerlich dazu beitragen können, dass Patientinnen und Patienten nachhaltig eine effektive Zahnputzperformanz entwickeln. Wenn selbst fünf Jahre Zahnmedizinstudium, ohne praktische Trainings und engmaschige Kontrolle, dies nicht schaffen, wie sollten es punktuelle Zahnarztbesuche?

Im Jahr 2014 veröffentlichte das University College London im Rahmen einer Zehn-Länder-Studie eine Kritik an etablierten Empfehlungen zum Zähneputzen (Wainwright et al., 2014). Der Schwerpunkt dieser Kritik lag auf den empfohlenen Zahnputztechniken. Es sei eine Inkonsistenz in den Empfehlungen zwischen Zahnärztinnen und Zahnärzten, Zahnärzteorganisationen und Fachverbänden festzustellen. Die wissenschaftliche Evidenz zur Empfehlung einer bestimmten Technik sei unzureichend. An Evidenz für die etablierten Empfehlungen zum Zähneputzen mangelt es auch eine Dekade später noch immer (vgl. Kap. 2.2.1). Werden die Befunde dieser Studie herangezogen, geht effektives Zähneputzen beispielsweise mit einer längeren Zahnputzdauer als nur zwei Minuten einher. Dies deckt sich mit einzelnen Studien, die ebenfalls eine längere Zahnputzdauer zur Steigerung der Zahnputzeffektivität postulieren (Ali Saghiri et al., 2023). Die Ergebnisse von PUTZIS legen nahe, dass eine gründliche Zahnputzperformanz annähernd sechs Minuten in Anspruch nehmen kann. Es wäre allerdings nicht richtig, zahnmedizinischen Laien eine Zahnputzzeit von mindestens fünf Minuten aufzuerlegen. Sie würde ohne weitere Maßnahmen sicherlich zu keiner höheren Zahnputzeffektivität führen (vgl. Weik et al., 2023). Die Zahnputzperformanz sollte damit einhergehen, dass alle Zahnflächen mit einer gewissen Zahnputzzeit berücksichtigt werden. Es sollten vestibuläre und orale Flächen gleichermaßen in der Verteilung der Zahnputzzeit bedacht werden. Die Ergebnisse anderer Studien und auch dieser hier legen nahe, dass die Vernachlässigung der oralen Flächen das größte Problem einer ineffektiven Zahnputzperformanz darstellt (Deinzer, Ebel et al., 2018; Deinzer et al., 2021; Weik, Shankar-Subramanian et al., 2023). Zudem sind elaborierte Putzbewegungen pro Zahn zeitintensiver als großflächiges Schrubben. Die Anwendung einer bestimmten

Zahnputztechnik scheint nicht maßgeblich für eine effektive Zahnputzperformanz zu sein. Es scheint jedoch auch nicht auszureichen, vornehmlich kreisende Bewegungen auf den vestibulären Flächen und horizontale auf den oralen Flächen auszuführen. Angesichts der grundsätzlichen anatomischen Gegebenheit eines Gebisses sind diese Bewegungen wahrscheinlich für fast alle Menschen die bequemsten. Stattdessen wäre es aber für eine effektive Zahnputzperformanz vermutlich förderlicher, das Bewegungsspektrum an Zahnputzbewegungen flexibel zu halten und an die persönlichen anatomischen Gegebenheiten anzupassen. So dürfte sich eine Variation in den Bewegungsmustern ergeben, wie sie in dieser Studie bei Studierenden im letzten Studienjahr und effektiv Putzenden beobachtet werden konnte. Eine solche aktive Auseinandersetzung würde bedeuten, dass neben der Bereitschaft zum gründlichen Zähneputzen auch ein Bewusstsein für die persönliche Plaquebeschaffenheit und anatomische Schwachstellen besteht und angesteuerte Flächen und Bewegungen an diese angepasst und beständig neu in ihrem Nutzen evaluiert werden. Das beansprucht eine längere Zahnputzzeit und individuelles Training.

#### **5.4 Limitationen**

Die vorliegende Studie liefert erstmals Beobachtungsdaten zur Zahnputzperformanz von Zahnmedizinstudierenden im ersten und letzten Studienjahr und untersucht mögliche Unterschiede im Rahmen eines Professionalisierungsprozesses. Trotz ihrer Stärken in Konzeption, Forschungsdesign und Analyse unterliegt sie verschiedenen Einschränkungen, die im Folgenden differenziert dargestellt werden.

*Theoretische Limitationen.* Das theoretische Konstrukt der „Professionalisierung“ wurde in dieser Arbeit auf die Zugehörigkeit zum letzten Studienjahr bezogen. Ob dieser Status bereits als Indikator für ein voll ausgebildetes professionelles Verhalten beim Zähneputzen gelten kann, ist theoretisch nicht eindeutig belegt. Die Hypothese, dass Studierende im letzten Studienjahr bereits über vergleichbare Kompetenzen wie approbiertes Fachpersonal verfügen, kann kritisch hinterfragt werden. Auch die vermuteten psychologischen Determinanten der Zahnputzperformanz wie Problembewusstsein, Selbstwirksamkeitserwartung und motorisches Geschick wurden in ihrer Bedeutung theoretisch hergeleitet, zeigten jedoch zum Teil keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Frage nach der Relevanz dieser Faktoren im Rahmen eines Professionalisierungsprozesses bedarf daher weiterer Klärung. Besonders im Fall der Selbstwirksamkeitserwartung könnte die verwendete Messung nicht ausreichend differenziert gewesen sein, um zwischen „regelmäßiger Ausführung“ und „effektiver Ausführung“ des Zähneputzens zu unterscheiden.

*Methodische Limitationen.* Ein zentrales methodisches Limit stellt das gewählte Untersuchungsdesign dar. Die Studie wurde querschnittlich durchgeführt, was zur Folge hat, dass keine kausalen Aussagen über Veränderungen im Zeitverlauf getroffen werden können. Zwar lassen sich Gruppenunterschiede zwischen den Studierenden des ersten und letzten Studienjahres beobachten, diese können jedoch nicht eindeutig als Ergebnis eines professionellen Reifungsprozesses interpretiert werden. Die Ergebnisse lassen lediglich den Schluss zu, dass zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt der Untersuchung Unterschiede bestehen; ob und inwiefern diese auf einen Lern- oder Entwicklungseffekt im Studienverlauf zurückzuführen sind, bleibt offen. Ferner handelt es sich um ein quasi-experimentelles Design ohne randomisierte Zuweisung zu den Untersuchungsgruppen. Die Zugehörigkeit zum ersten oder letzten Studienjahr war durch den Studienverlauf determiniert. Damit ist eine Kontrolle potenzieller Drittvariablen nur eingeschränkt möglich. Die Gruppenzugehörigkeit könnte systematisch mit weiteren Merkmalen (z. B. intrinsischer Motivation) konfundiert sein, die nicht explizit erfasst wurden. Eine weitere methodische Limitation betrifft die Zusammensetzung der Stichprobe. Es wurden ausschließlich Studierende der Justus-Liebig-Universität Gießen rekrutiert. Die Ergebnisse sind daher nur eingeschränkt auf andere Kohorten oder Studienstandorte übertragbar. Zudem lässt sich die Laborstichprobe trotz insgesamt angemessener Fallzahlen ( $N = 82$ ) nicht als repräsentativ im statistischen Sinne beschreiben. Die externe Validität der Befunde ist entsprechend begrenzt. Die Operationalisierung der Zahnputzperformanz erfolgte auf Grundlage videobasierter Verhaltensbeobachtung und wurde mittels Interact analysiert. Während die Kalibrierung der Beobachtenden sichergestellt wurde, zeigten sich bei der Analyse der geputzten Zahnflächen Interrater-Reliabilitäten unterhalb der akzeptierten Schwelle ( $ICC < .80$ ), was auf eine eingeschränkte Übereinstimmung hinweist. Zwar wurde bestmöglich versucht, dieses Problem zu kontrollieren, doch sollten die darauf basierenden Verhaltensdaten kritisch interpretiert werden. Zudem beschränkt sich der verwendete Marginale-Plaque-Index (MPI) auf die Erhebung der Plaque am Gingivarand. Obwohl dies aus klinischer Perspektive sinnvoll erscheint, werden andere potenziell relevante Zahnflächen (z. B. okklusale oder proximale Areale) in dieser Bewertung nicht berücksichtigt. Damit ergibt sich ein nur partielles Bild der erreichten Plaquefreiheit nach dem Zahnputzvorgang. Die eingesetzte Skala (OHSEE) wiederum erfragt das gründliche tägliche Zähneputzen in unterschiedlichen Situationen. Womöglich setzen Versuchspersonen ihr tägliches Zähneputzen mit einem gründlichen Putzen einfach gleich, so wie es das mangelnde Problembewusstsein für die mangelnde Zahnputzeffektivität trotz gründlichen Zähneputzens vermuten lässt. Eine Ergänzung um Items zur Selbstwirksamkeit in Bezug auf die Effektivität des Zähneputzens wäre

notwendig, um das Konzept gründlichen Zähneputzens differenzierter zu erfassen. Limitationen des SPOCs als Ausdruck eines Problembewusstseins wurden in Kap.5.3.2 bereits aufgegriffen. Die Operationalisierung des motorischen Geschicks über das Grooved Pegboard bildet zwar feinmotorische Präzision ab, erfasst aber womöglich nur unzureichend die tatsächlichen motorischen Bewegungsabläufe beim Zähneputzen, wie etwa koordinierte Bewegungsmuster, variable Druckanpassung und Orientierung an schwer zugänglichen Zahnflächen. Zukünftige Studien sollten daher erwägen, die motorische Performanz alltagsnäher zu erfassen. Beispielsweise durch sensorgestützte Bewegungsanalysen während des realen Zahnputzvorgangs oder durch videobasierte Erfassung und automatisierte Auswertung feinmotorischer Sequenzen beim Zähneputzen. Dies hebt die Relevanz zur Entwicklung einer sensorisch ausgestatteten Zahnbürste wie der Brushalyze hervor.

*Statistische Limitationen.* Die Vergleiche zwischen den Gruppen (MPI < 40, MPI > 90) erfolgten explorativ und bei kleinen Gruppengrößen. Die Ergebnisse sind daher als hypothesengenerierend zu interpretieren und bedürfen in künftigen Studien mit größeren Stichproben einer Überprüfung. Statistisch ergibt sich also eine Einschränkung durch die teilweise geringe Fallzahl, auch in den Subgruppen, insbesondere in den Laborstichproben. Zwar wurden im Vorfeld Effektstärken abgeschätzt und auf dieser Basis die Gruppengrößen geplant, jedoch fielen die Effektstärken kleiner aus als erwartet. Dadurch lag die Power für differenzierte Subgruppenvergleiche unterhalb der optimalen Schwelle. Entsprechend könnten insbesondere nicht signifikante Ergebnisse auf einem Mangel an Teststärke beruhen. Darüber hinaus wurden für einige Zielvariablen (z. B. Motorisches Geschick) keine Normalverteilungen festgestellt. Dies führte zum Einsatz non-parametrischer Testverfahren, welche zwar robust gegenüber Verteilungsverletzungen sind, aber eine geringere Sensitivität aufweisen. Zusätzlich wurde bei der Selbstwirksamkeitserwartung eine signifikante Varianzinhomogenität festgestellt (Levene-Test), sodass auch hier die Interpretation der Gruppenvergleiche mit Vorsicht zu erfolgen hat. Mehrere Analysen erfolgten auf explorativer Basis (siehe Extremgruppenvergleiche). Diese Auswertungen liefern zwar wertvolle Hinweise zur neuen Hypothesengenerierung, können jedoch keine validen Schlussfolgerungen über kausale oder generalisierbare Zusammenhänge ermöglichen. Zudem erhöht sich durch die Vielzahl explorativer Tests das Risiko von  $\alpha$ -Fehlern.

## **5.5 Fazit**

Die vorliegende Arbeit untersuchte erstmals die Zahnputzperformanz von Zahnmedizinstudierenden im ersten und im letzten Studienjahr unter videogestützter Verhaltensbeobachtung. Im Zentrum stand die Frage, ob sich im Rahmen der

Professionalisierung während des Zahnmedizinstudiums Unterschiede im Zahnputzverhalten feststellen lassen und welche Rolle dabei psychologische sowie motorische Einflussfaktoren spielen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich Studierende im letzten Studienjahr hinsichtlich bestimmter Aspekte der Zahnputzperformanz von jenen im ersten Studienjahr unterscheiden. Dabei zeigte sich insbesondere bei der Berücksichtigung der oralen Flächen sowie dem breiteren Spektrum genutzter Putzbewegungen ein vorteilhafteres Verhalten bei den fortgeschrittenen Studierenden. Dies kann als Hinweis auf einen Lern- und Professionalisierungsprozess im Studium gewertet werden, der über theoretische Wissensvermittlung hinaus zu konkreten Veränderungen im praktischen Gesundheitsverhalten führt. Zugleich wurde deutlich, dass selbst im letzten Studienjahr Defizite in der Zahnputzeffektivität und damit in der ihr zugrundeliegenden Zahnputzperformanz bestehen bleiben. Auch die psychologischen Determinanten Problembewusstsein und Selbstwirksamkeitserwartung zeigten kein konsistentes Bild: So war die subjektive Selbsteinschätzung der Zahnputzeffektivität auch bei fortgeschrittenen Studierenden deutlich überhöht. Dies weist auf eine weiterhin bestehende Diskrepanz zwischen Selbstbild und objektivem Verhalten hin, die für die zahnmedizinische Ausbildung von Relevanz ist. Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse den hohen Stellenwert einer frühzeitigen, praktischen und differenzierten Anleitung zum Zähneputzen im Rahmen des Studiums. Sie legen nahe, dass eine gezielte Reflexion des eigenen Putzverhaltens, eine realistische Einschätzung der eigenen Effektivität sowie gegebenenfalls die Förderung motorischer Fertigkeiten potenzielle Ansatzpunkte zur Optimierung darstellen könnten. Die Arbeit liefert somit nicht nur einen empirischen Beitrag zur Erforschung der professionalisierten Zahnputzperformanz, sondern gibt auch wichtige Impulse für die Weiterentwicklung der zahnmedizinischen Ausbildung im Sinne einer effektiven Mundgesundheitsprävention. Die Befunde dieser Studie sind darüber hinaus auch im weiteren Kontext der Gesundheitsförderung bedeutsam. Sie verdeutlichen, dass selbst in hochgebildeten und gesundheitsaffinen Populationen wie angehenden Zahnärztinnen und Zahnärzten ein Überschätzen eigener Fähigkeiten sowie blinde Flecken im alltäglichen Zahnputzverhalten bestehen können. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, gesundheitsbezogene Kompetenzen nicht nur kognitiv und deklarativ zu vermitteln, sondern diese systematisch in praktische Fähigkeiten, kritische Selbsteinschätzung und nachhaltige Routinen zu überführen.

## Zusammenfassung

Die vorliegende Dissertation untersucht die Zahnputzperformanz von Zahnmedizinstudierenden im ersten und im letzten Studienjahr im Rahmen der Studie „PUTZIS – Professionalisierung und Technik des Zähneputzens im Studium“. Ziel der Arbeit war es, zu analysieren, ob sich durch den Professionalisierungsprozess im Zahnmedizinstudium Unterschiede in der praktischen Ausführung des Zähneputzens feststellen lassen, und welche Rolle dabei psychologische (Problembewusstsein, Selbstwirksamkeitserwartung) sowie motorische (manuelles Geschick) Einflussfaktoren spielen.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde eine querschnittliche Erhebung mit Labor- und Fragebogenerhebung durchgeführt. Die Zahnputzperformanz wurde per Videobeobachtung erfasst und hinsichtlich Putzdauer, angesteuerten Flächen und Bewegungsmustern analysiert. Zusätzlich wurden objektiv Plaqueswerte mittels Marginalem-Plaque-Index (MPI) nach dem Zähneputzen erhoben. Psychologische und motorische Determinanten wurden über validierte Instrumente (SPOC, OHSEE, Grooved PegBoard) erfasst.

Insgesamt wurden  $N = 82$  Zahnmedizinstudierende im Labor untersucht und in die Auswertung der Daten einbezogen. Im ersten Studienjahr befanden sich  $n = 11$  Personen, im letzten  $n = 16$ . Die Ergebnisse zeigten, dass Studierende im letzten Studienjahr tendenziell mehr Zahnputzzeit auf die oralen Flächen verwendeten und eine breiteres Spektrum an Putzbewegungen demonstrierten als Studierende im ersten Studienjahr. Unterschiede im MPI deuteten auf eine höhere Zahnputzeffektivität bei den fortgeschritteneren Studierenden hin. Das motorische Geschick machte zwischen den Studienjahren keinen signifikanten Unterschied aus. Die psychologischen Einflussfaktoren zeigten ebenfalls keine Unterschiede: Die Selbstwirksamkeitserwartung unterschied sich nicht signifikant zwischen den Gruppen, und das Problembewusstsein, operationalisiert als Differenz zwischen subjektiv eingeschätzter und objektiv gemessener Plaquefreiheit, war bei beiden Gruppen begrenzt.

Die Ergebnisse stützen die Annahme, dass im Verlauf des zahnmedizinischen Studiums Veränderungen im Zahnputzverhalten stattfinden. Die vorliegenden Daten sprechen für die Notwendigkeit, Aspekte der Zahnputzperformanz frühzeitig und praxisnah in die zahnmedizinische Ausbildung zu integrieren. Die Arbeit leistet damit einen Beitrag zur empirischen Erforschung praktischen Gesundheitsverhaltens im Kontext der Professionalisierung und liefert Ansatzpunkte für zukünftige Präventions- und Ausbildungsmaßnahmen.

## Abstract

This dissertation investigates the toothbrushing performance of dental students in their first and final year of study within the framework of the study "PUTZIS – Professionalization and Technique of Toothbrushing in Dental Education". The primary aim was to examine whether behavioral differences in toothbrushing emerge over the course of dental training and to what extent psychological (problem awareness, self-efficacy) and motor (manual dexterity) factors contribute to effective oral hygiene behavior.

A cross-sectional study design was used to assess both behavioral and psychological variables. Toothbrushing performance was recorded via video and analyzed in terms of brushing duration, brushed surfaces and brushing movements. Objective plaque levels were assessed after toothbrushing using the Marginal Plaque Index (MPI). Additionally, validated instruments were used to assess problem awareness (SPOC), self-efficacy expectations (OHSEE), and manual dexterity (Grooved PegBoard).

A total of  $N = 82$  dental students participated in the laboratory study, with  $n = 11$  students in their first year and  $n = 16$  in their final year. Results indicated that final-year students spent more time brushing the oral surfaces and showed higher variation in brushing movements than first-year students. They also showed slightly better plaque reduction, suggesting more effective brushing behavior. Manual dexterity was not significantly higher among final-year students. No significant group differences were found in self-efficacy beliefs, and both groups showed limited problem awareness regarding their actual brushing effectiveness.

The findings support the hypothesis that practical health behavior can improve during the course of professional dental education. Nonetheless, relevant deficits persist, especially regarding plaque removal and realistic self-assessment. The study highlights the need for early, hands-on training and reflective elements within dental education to promote effective and evidence-based oral hygiene practices. This work contributes to the understanding of behavioral components in oral health and provides implications for future research and preventive education.

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1</b> Materialien zur Versuchsdurchführung des Zähneputzens.....	33
<b>Abbildung 2</b> Perspektive der Seitenkamera auf Beobachtungssituation.....	34
<b>Abbildung 3</b> Flussdiagramm der PUTZIS Studie.....	45
<b>Abbildung 4</b> Durchschnittliche Zahnkontaktzeit pro Studienjahr.....	51
<b>Abbildung 5</b> Flächenanteile an der Zahnkontaktzeit (%) pro Studienjahr .....	52
<b>Abbildung 6</b> Vestibuläre Bewegungen an der Zahnkontaktzeit (%) pro Studienjahr	54
<b>Abbildung 7</b> Orale Bewegungen an der Zahnkontaktzeit (%) pro Studienjahr .....	54
<b>Abbildung 8</b> QIT-s (oral) pro Studienjahr.....	55
<b>Abbildung 9</b> Subjektive vs. objektive Sauberkeit pro Studienjahr .....	56
<b>Abbildung 10</b> Selbstwirksamkeitserwartungen (OHSEE) pro Studienjahr .....	57
<b>Abbildung 11</b> Motorische Geschicklichkeit pro Studienjahr .....	58
<b>Abbildung 12</b> QIT-S im Vergleich zwischen Laien und 1. Studienjahr.....	69

## Abkürzungsverzeichnis

ADA.....	<i>American American Dental Association</i>
ANOVA .....	<i>Analysis of Variance</i>
BZÄK.....	<i>Bundeszahnärztekammer</i>
CB.....	<i>Carlotta Bottenbruch (M.Sc., Psychologie)</i>
CI .....	<i>Konfidenzintervall</i>
COPD.....	<i>Chronisch obstruktive Lungenerkrankung</i>
DFG .....	<i>Deutsche Forschungsgemeinschaft</i>
DMFT.....	<i>Decayed, Missing, Filled Teeth (Index)</i>
DQ .....	<i>Danae Quäl (B. Sc., Psychologie)</i>
DRKS .....	<i>Deutsches Register Klinischer Studien</i>
DSGVO.....	<i>Datenschutz-Grundverordnung</i>
ES.....	<i>Erika Sitter (Zahnärztin)</i>
hh.....	<i>Stunden</i>
HU-DBI.....	<i>Hiroshima University – Dental Behaviour Inventory</i>
ICC.....	<i>Intraklassenkorrelation</i>
IES.....	<i>AG Intelligent Embedded Systems</i>
IMP.....	<i>Institut für Medizinische Psychologie</i>
IQA.....	<i>Interquartilsband</i>
JLU.....	<i>Justus-Liebig-Universität</i>
KFO.....	<i>Kieferorthopädisch</i>
KI .....	<i>Künstliche Intelligenz</i>
Mdn.....	<i>Median</i>
mm.....	<i>Minuten</i>
MPI.....	<i>Marginale-Plaque-Index</i>
ms.....	<i>Millisekunden</i>
MS .....	<i>Marcel Schepko (M. Sc., Psychologie)</i>
MW.....	<i>Mittelwert</i>
MZD .....	<i>Multizentrisches Dokumentationssystem</i>
<i>n</i> .....	<i>Teilstichprobe</i>
<i>N</i> .....	<i>Gesamtstichprobe</i>
NA.....	<i>Nujin Altay (B. Sc., Psychologie)</i>
NB.....	<i>Nils Berneburg (Zahnarzt)</i>
OHSEE .....	<i>Oral hygiene related self-efficacy expectations (Fragebogen)</i>
PBI .....	<i>Papillen-Blutungs-Index</i>
PC.....	<i>Personal Computer</i>
PUTZIS .....	<i>Professionalisierung und Technik des Zähneputzens im Studium</i>
QHIm.....	<i>Quigley-Hein-Plaque-Index</i>
SD.....	<i>Standardabweichung</i>
SPOC.....	<i>Self-perceived oral cleanliness (Fragebogen)</i>
SPSS .....	<i>Statistical Package for Social Sciences (Software)</i>
ss.....	<i>Sekunden</i>
THM .....	<i>Technische Hochschule Mittelhessen</i>
TQHI .....	<i>Quigley-Hein-Plaque-Index, modifiziert nach Turesky</i>
USB.....	<i>Universal Serial Bus</i>
UW.....	<i>Dr. Ulrike Weik (Dipl.-Psychologin)</i>
WHO .....	<i>Weltgesundheitsorganisation</i>
ZKZ .....	<i>Zahnkontaktzeit</i>

**Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 1</b> <i>Bedeutung der Werte im QIT-S Index</i> .....	38
<b>Tabelle 2</b> <i>Hypothesen, Abhängige Variablen, Operationalisierung</i> .....	41
<b>Tabelle 3</b> <i>Merkmale der Stichproben in PUTZIS</i> .....	49
<b>Tabelle 4</b> <i>Geputzte Zahnflächen pro Studienjahr in Sekunden</i> .....	51
<b>Tabelle 5</b> <i>Zahnputzbewegungen pro Studienjahr in Sekunden</i> .....	53
<b>Tabelle 6</b> <i>Deskriptive Statistik der Extremgruppen</i> .....	61
<b>Tabelle 7</b> <i>Extremgruppenvergleiche</i> .....	62
<b>Tabelle 8</b> <i>Beantwortung der Hypothesen</i> .....	64
<b>Tabelle 9</b> <i>Vergleich zwischen Laien und Zahnmedizinstudierenden</i> .....	67

### Literaturverzeichnis

- Adolph, K. E. & Franchak, J. M. (2017). The development of motor behavior. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Cognitive Science*, 8(1-2).  
<https://doi.org/10.1002/wcs.1430>
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Al Makhmari, S. A., Kaklamanos, E. G. & Athanasiou, A. E. (2017). Short-term and long-term effectiveness of powered toothbrushes in promoting periodontal health during orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 152(6), 753-766.e7.  
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.09.003>
- Ali, D. A. (2016). Assessment of oral health attitudes and behavior among students of Kuwait University Health Sciences Center. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 6(5), 436–446. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.192943>
- Amelang, M. & Schmidt-Atzert, L. (2006). *Psychologische Diagnostik und Intervention* (4., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). *Springer-Lehrbuch*. Springer Berlin Heidelberg.
- American Dental Association. (2024). *Brushing your Teeth*.  
<https://www.mouthhealthy.org/all-topics-a-z/brushing-your-teeth>
- Arbildo-Vega, H. I., Cruzado-Oliva, F. H., Coronel-Zubiate, F. T., Aguirre-Ipenza, R., Meza-Málaga, J. M., Luján-Valencia, S. A., Luján-Urviola, E. & Farje-Gallardo, C. A. (2024). Association between Periodontal Disease and Obesity: Umbrella Review. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 60(4).  
<https://doi.org/10.3390/medicina60040621>

- Asendorpf, J. & Wallbott, H. G. (1979). Maße der Beobachterübereinstimmung: Ein systematischer Vergleich. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 10, 243–252.
- Asher, S., Stephen, R., Mäntylä, P., Suominen, A. L. & Solomon, A. (2022). Periodontal health, cognitive decline, and dementia: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Journal of the American Geriatrics Society*, 70(9), 2695–2709. <https://doi.org/10.1111/jgs.17978>
- Attin, T. & Hornecker, E. (2005). Tooth brushing and oral health: how frequently and when should tooth brushing be performed? *Oral Health & Preventive Dentistry*, 3(3), 135–140.
- Auschill, T., Sälzer, S & Arweiler, N. (2019). Häusliches chemisches Biofilmmangement in der Prävention und Therapie der Gingivitis. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 74(2), 138–142.
- Azadeh, M., Kermanshahi, R. K., Sadat naghavi, N., Ghalayani, P. & Salamat, F. (2011). The profile of pathogenic bacteria isolated from dental plaque-induced gingivitis. *International Journal of Molecular and Clinical Microbiology* (1), 36–39.
- Bakdash, M. B. & Proshek, J. M. (1978). Examination termination time as a predictor of students' performance on objective tests. *Journal of Dental Education*, 42(4), 200–201. <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.1978.42.4.tb01180.x>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037//0033-295x.84.2.191>
- Bass, C. C. (1954). An effective method of personal oral hygiene. *The Journal of the Louisiana State Medical Society: Official Organ of the Louisiana State Medical Society*, 106(2), 57-73.
- Benadof, D., Polk, D. & Documet, P. (2015). Stages and transitions in the development of tooth brushing skills in children of Mexican immigrant families: a qualitative study. *Journal of Public Health Dentistry*, 75(4), 337–342. <https://doi.org/10.1111/jphd.12108>

- Benzian, H. & Listl, S. (2021). Globale Mundgesundheit im internationalen gesundheitspolitischen Rampenlicht – Herausforderungen und neue Chancen für nachhaltige Verbesserungen [Global oral health in the international health policy spotlight-challenges and new opportunities for sustainable improvement]. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 64(7), 871–878. <https://doi.org/10.1007/s00103-021-03353-6>
- Blanca, M. J., Alarcón, R., Arnau, J., Bono, R. & Bendayan, R. (2017). Non-normal data: Is ANOVA still a valid option? *Psicothema*, 29(4), 552–557. <https://doi.org/10.7334/psicothema2016.383>
- Bland, J. M. & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet (London, England)*, 1(8476), 307–310.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation: Für Human- und Sozialwissenschaftler; mit 87 Tabellen* (4., überarb. Aufl. [Nachdr.]. Springer-Lehrbuch Bachelor, Master. Springer-Medizin-Verl.
- Botelho, J., Machado, V., Leira, Y., Proença, L., Chambrone, L. & Mendes, J. J. (2022). Economic burden of periodontitis in the United States and Europe: An updated estimation. *Journal of Periodontology*, 93(3), 373–379. <https://doi.org/10.1002/JPER.21-0111>
- Bowden, G. H., Hardie, J. M. & Slack, G. L. (1975). Microbial variations in approximal dental plaque. *Caries Research* (9), 253–277.
- Cancro, L. P. & Fischman, S. L. (1995). The expected effect on oral health of dental plaque control through mechanical removal. *Periodontology 2000*(8), 60–74.
- Carvalho, A.-P., Moura, M.-F., Costa, F.-O. & Cota, L.-O.-M. (2023). Correlations between different plaque indexes and bleeding on probing: A concurrent validity study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 15(1), e9-e16. <https://doi.org/10.4317/jced.60039>

- Chapple, I. L. C., Mealey, B. L., van Dyke, T. E., Bartold, P. M., Dommisch, H., Eickholz, P., Geisinger, M. L., Genco, R. J., Glogauer, M., Goldstein, M., Griffin, T. J., Holmstrup, P., Johnson, G. K., Kapila, Y., Lang, N., Meyle, J., Murakami, S., Plemons, J., Romito, G. A., . . . Yoshie, H. (2018). Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium: Consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of Periodontology*, *89 Suppl 1*, S74-S84. <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0719>
- Chapple, I. L. C., van der Weijden, G. A. F., Doerfer, C., Herrera, D., Shapira, L., Polak, D., Madianos, P., Louropoulou, A., Machtei, E., Donos, N., Greenwell, H., van Winkelhoff, A. J., Eren Kuru, B., Arweiler, N., Teughels, W., Aimetti, M., Molina, A., Montero, E. & Graziani, F. (2015). Primary prevention of periodontitis: managing gingivitis. *Journal of Clinical Periodontology*, *42 Suppl 16*, S71-6. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12366>
- Chua, D. R., Hu, S., Sim, Y. F., Lim, W., Lai, B. W. P. & Hong, C. H. L. (2022). At what age do children have the motor development to adequately brush their teeth? *International Journal of Paediatric Dentistry*, *32(4)*, 598–606. <https://doi.org/10.1111/ipd.12938>
- Cicchetti, D. V. (1994). Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological Assessment*, *6(4)*, 284–290. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.6.4.284>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Taylor and Francis.
- Corbella, S., Veronesi, P., Galimberti, V., Weinstein, R., Del Fabbro, M. & Francetti, L. (2018). Is periodontitis a risk indicator for cancer? A meta-analysis. *PloS one*, *13(4)*, e0195683. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195683>

- Cortes, F. J., Nevot, C., Ramon, J. M. & Cuenca, E. (2002). The Evolution of Dental Health in Dental Students at the University of Barcelona. *Journal of Dental Education*, 66(10), 1203–1208. <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2002.66.10.tb03593.x>
- Coulthwaite, L. & Verran, J. (2009). Evaluation of in vivo denture plaque assessment methods. *British Dental Journal*, 207(6), E12; discussion 282-3. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2009.854>
- Dannewitz, B., Holtfreter, B. & Eickholz, P. (2021). Parodontitis – Therapie einer Volkskrankheit [Periodontitis-therapy of a widespread disease]. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 64(8), 931–940. <https://doi.org/10.1007/s00103-021-03373-2>
- Davies, R. M., Davies, G. M. & Ellwood, R. P. (2003). Prevention. Part 4: Toothbrushing: what advice should be given to patients? *British Dental Journal*, 195(3), 135–141. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4810396>
- Deery, C., Heanue, M., Deacon, S., Robinson, P. G., Walmsley, A. D., Worthington, H., Shaw, W. & Glenny, A.-M [A-M] (2004). The effectiveness of manual versus powered toothbrushes for dental health: a systematic review. *Journal of dentistry*, 32(3), 197–211. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2003.11.006>
- Deinzer, R., Ebel, S., Blättermann, H., Weik, U. & Margraf-Stiksrud, J. (2018). Toothbrushing: to the best of one's abilities is possibly not good enough. *BMC Oral Health*, 18(1), 167. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0633-0>
- Deinzer, R., Eidenhardt, Z., Sohrabi, K., Stenger, M., Kraft, D., Sick, B., Götz-Hahn, F., Bottenbruch, C., Berneburg, N. & Weik, U. (2023). *It is the habit not the handle that affects tooth brushing. Results of a randomised counterbalanced cross over study.* <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3491691/v1>

- Deinzer, R., Eidenhardt, Z., Sohrabi, K., Stenger, M., Kraft, D., Sick, B., Götz-Hahn, F., Bottenbruch, C., Berneburg, N. & Weik, U. (2024). It is the habit not the handle that affects tooth brushing - a randomised counterbalanced cross over study with young and healthy adults. *BMC Oral Health*, 24(1), 757. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04538-6>
- Deinzer, R., Jahns, S. & Harnacke, D. (2014). Establishment of a new marginal plaque index with high sensitivity for changes in oral hygiene. *Journal of Periodontology*, 85(12), 1730–1738. <https://doi.org/10.1902/jop.2014.140285>
- Deinzer, R. & Jordan, A. R. (2024). Periodontal health literacy in Germany-Results of a telephone survey. *International Journal of Dental Hygiene*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1111/idh.12803>
- Deinzer, R., Schmidt, R., Harnacke, D., Meyle, J [Jörg], Ziebolz, D., Hoffmann, T. & Wöstmann, B. (2018). Finding an upper limit of what might be achievable by patients: oral cleanliness in dental professionals after self-performed manual oral hygiene. *Clinical Oral Investigations*, 22(2), 839–846. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2160-9>
- Deinzer, R., Shankar-Subramanian, S., Ritsert, A., Ebel, S., Wöstmann, B., Margraf-Stiksrud, J. & Eidenhardt, Z. (2021). Good role models? Tooth brushing capabilities of parents: a video observation study. *BMC Oral Health*, 21(1), 469. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01823-6>
- Deinzer, R., Weik, U., Eidenhardt, Z., Leufkens, D. & Sälzer, S. (2024). Manual toothbrushing techniques for plaque removal and the prevention of gingivitis-A systematic review with network meta-analysis. *PloS one*, 19(7), e0306302. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0306302>
- Deschner, J. (2018). Interaktionen zwischen Parodontitis und Systemerkrankungen. *Der Freie Zahnarzt*, 62(1), 68–76. <https://doi.org/10.1007/s12614-017-6774-8>

- Dörfer, C. E., Schiffner U. & Staehle, H. J. (2007). *Häusliche mechanische Zahn- und Mundpflege: Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde/DGZMK*.  
[https://www.dgzmb.de/documents/10165/1936443/Haeusliche\\_mechanische\\_Zahn-\\_und\\_Mundpflege.pdf/67728664-204f-4d29-8ded-384bdf264932](https://www.dgzmb.de/documents/10165/1936443/Haeusliche_mechanische_Zahn-_und_Mundpflege.pdf/67728664-204f-4d29-8ded-384bdf264932)
- Dosumu, E. B., Ogunsuji O.O. & Oduola, O. J. (2019). Evaluation of The Effectiveness of Some Tooth Brushing Techniques in Plaque Control Among Preclinical Dental Students in a Nigerian Tertiary Institution. *African Journal of Biomedical Research*(22), 121–126.
- Dowd, F. J. (1999). Saliva and dental caries. *Dental clinics of North America*, 43(4), 579–597.
- Ebel, S., Blättermann, H., Weik, U., Margraf-Stiksrud, J. & Deinzer, R. (2019). High Plaque Levels after Thorough Toothbrushing: What Impedes Efficacy? *JDR Clinical and Translational Research*, 4(2), 135–142.  
<https://doi.org/10.1177/2380084418813310>
- Eickholz, P., Holtfreter, B., Kuhr, K., Dannewitz, B., Jordan, A. R., Kocher, T. (2025). Prävalenz von Parodontalerkrankungen in Deutschland: Ergebnisse der 6. Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS 6). *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 80(2), 102-109. <https://deutsche-mundgesundheitsstudie.shinyapps.io/Ergebnisportal/>
- Eidenhardt, Z., Busse, S., Margraf-Stiksrud, J. & Deinzer, R. (2022). Patients' awareness regarding the quality of their oral hygiene: development and validation of a new measurement instrument. *BMC Oral Health*, 22(1), 629.  
<https://doi.org/10.1186/s12903-022-02659-4>

- Eidenhardt, Z., Ritsert, A., Shankar-Subramanian, S., Ebel, S., Margraf-Stiksrud, J. & Deinzer, R. (2021a). Tooth brushing performance in adolescents as compared to the best-practice demonstrated in group prophylaxis programs: an observational study. *BMC Oral Health*, 21(1), 359. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01692-z>
- Eke, P. I., Borgnakke, W. S. & Genco, R. J. (2020). Recent epidemiologic trends in periodontitis in the USA. *Periodontology 2000*, 82, 257–267.
- Eke, P. I., Dye, B. A., Wei, L., Slade, G. D., Thornton-Evans, G. O., Borgnakke, W. S., Taylor, G. W., Page, R. C., Beck, J. D. & Genco, R. J. Update on Prevalence of Periodontitis in Adults in the United States: NHANES 2009 to 2012.
- El-Kishawi, M., Khalaf, K. & Winning, T. (2021). Understanding Fine Motor Skill Learning in Dentistry. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.20944/preprints202104.0309.v1>
- Elsäßer, G. & Ludwig, E. (2017). *Handbuch der Mundhygiene: Zahn-, Mund- und Zahnersatzpflege für Menschen mit Pflege- und Unterstützungsbedarf*. Ein Ratgeber für Pflegepersonal und unterstützende Personen, S. 1–34.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G. & Buchner, A. (2007). G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/bf03193146>
- Fieguth, G. (1977). *Die Entwicklung eines kategorialen Beobachtungsschemas*.
- Figuro, E., Nóbrega, D. F., García-Gargallo, M., Tenuta, L. M. A., Herrera, D. & Carvalho, J. C. (2017). Mechanical and chemical plaque control in the simultaneous management of gingivitis and caries: a systematic review. *Journal of Clinical Periodontology*, 44 Suppl 18, S116-S134. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12674>

- Fones, A. C. (1921). *Mouth Hygiene: A text-book for dental hygienists*. Lea & Febiger.
- Fritz, C. O., Morris, P. E. & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. *Journal of experimental psychology. General*, 141(1), 2–18. <https://doi.org/10.1037/a0024338>
- Gallagher, A., Sowinski, J., Bowman, J., Barrett, K., Lowe, S., Bosma, M. L. & Creeth, J. E. (2009). The effect of brushing time and dentifrice on dental plaque removal in vivo, 83(3), 111–116.
- Ganss, C., Duran, R., Winterfeld, T. & Schlueter, N. (2018). Tooth brushing motion patterns with manual and powered toothbrushes-a randomised video observation study. *Clinical Oral Investigations*, 22(2), 715–720. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2146-7>
- Ganss, C., Klein, P., Giese-Kraft, K. & Meyners, M. (2020). Validation of motion tracking as tool for observational toothbrushing studies. *PloS one*, 15(12), e0244678. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244678>
- Ganss, C., Schlueter, N., Preiss, S. & Klimek, J. (2009). Tooth brushing habits in uninstructed adults--frequency, technique, duration and force. *Clinical Oral Investigations*, 13(2), 203–208. <https://doi.org/10.1007/s00784-008-0230-8>
- García-Carrillo, A., Jover, A., Plá, R., Martorell, A., Sota, C., Gómez-Moreno, G., Figuro, E., Sanz, M. & Herrera, D. (2016). Manual versus sonic powered toothbrushing in patients with intellectual disability: a cluster-randomized clinical trial. *Journal of Clinical Periodontology*, 43(8), 684–693. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12567>
- Gobin, R., Tian, D., Liu, Q. & Wang, J. (2020). Periodontal Diseases and the Risk of Metabolic Syndrome: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Endocrinology*, 11, 336. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00336>

- Graetz, C., Fawzy El-Sayed, K., Sälzer, S. & Dörfer, C. E. (2017). *Häusliches mechanisches Biofilmmanagement in der Prävention und Therapie der Gingivitis* [S3-Leitlinie]. [https://register.awmf.org/assets/guidelines/083-022I\\_S3\\_Haeusliches-mechanisches-Biofilmmanagement-Praevention-Therapie-Gingivitis\\_2021-02-abgelaufen.pdf](https://register.awmf.org/assets/guidelines/083-022I_S3_Haeusliches-mechanisches-Biofilmmanagement-Praevention-Therapie-Gingivitis_2021-02-abgelaufen.pdf)
- Granert, O., Peller, M., Jabusch, H.-C., Altenmüller, E. & Siebner, H. R. (2011). Sensorimotor skills and focal dystonia are linked to putaminal grey-matter volume in pianists. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 82(11), 1225–1231. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2011.245811>
- Granrath, N. (2006). *Auswirkungen verschiedener Interventionsstrategien und modalitäten auf psychologische Mediatoren und klinische Indikatoren des Mundgesundheitsverhaltens: Ergebnisse dreier randomisierter Studien* [Dissertation]. Heinrich-Heine Universität, Düsseldorf. <https://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-3546/1546.pdf>
- Harnacke, D., Beldoch, M., Bohn, G.-H., Seghaoui, O., Hegel, N. & Deinzer, R. (2012). Oral and written instruction of oral hygiene: a randomized trial. *Journal of Periodontology*, 83(10), 1206–1212. <https://doi.org/10.1902/jop.2012.110550>
- Harnacke, D., Mitter, S., Lehner, M., Munzert, J. & Deinzer, R. (2012a). Improving oral hygiene skills by computer-based training: A randomized controlled comparison of the Modified Bass and Fones Techniques. *PloS one*(7), 1–7.
- 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. *PloS one*, 7(5), e37072. <https://doi.org/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. *Journal of Clinical Periodontology*, 43(1), 46–52. <https://doi.org/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. *Journal of Periodontology*, 86(1), 101–107. <https://doi.org/10.1902/jop.2014.140152>
- Heckhausen, H. & Gollwitzer, P. M. (1987). Thought contents and cognitive functioning in motivational versus volitional states of mind. *Motivation and Emotion*, 11(2), 101–120. <https://doi.org/10.1007/BF00992338>
- Hellwege, K.-D. (2003). *Die Praxis der zahnmedizinischen Prophylaxe: Ein Leitfaden für die Individualprophylaxe, Gruppenprophylaxe und initiale Parodontaltherapie* (6., überarbeitete und aktualisierte Auflage). Thieme.
- Hill, H. C., Levi, P. A. & Glickman, I. (1973). The effects of waxed and unwaxed dental floss on interdental plaque accumulation and interdental gingival health. *Journal of Periodontology*, 44(7), 411–413. <https://doi.org/10.1902/jop.1973.44.7.411>
- Howat, A., Trabelsi, I. & Bradnock, G. (1979). Oral hygiene levels and behaviour in pre-clinical and final-year dental students. *Journal of Clinical Periodontology*, 6(3), 177–185. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.1979.tb02197.x>
- Hubert, M. & Vandervieren, E. (2008). An adjusted boxplot for skewed distributions. *Computational Statistics & Data Analysis*, 52(12), 5186–5201. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2007.11.008>
- Humphrey, L. L., Fu, R., Buckley, D. I., Freeman, M. & Helfand, M. (2008). Periodontal Disease and Coronary Heart Disease Incidence: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of General Internal Medicine*, 23(12), 2079–2086.
- Hussain, S. B., Botelho, J., Machado, V., Zehra, S. A., Mendes, J. J., Ciurtin, C., Orlandi, M. & D'Aiuto, F. (2020). Is there a bidirectional association between rheumatoid arthritis and periodontitis? A systematic review and meta-analysis. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 50(3), 414–422. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2020.01.009>

- Inada, E., Saitoh, I., Yu, Y., Tomiyama, D., Murakami, D., Takemoto, Y., Morizono, K., Iwasaki, T., Iwase, Y. & Yamasaki, Y. (2015). Quantitative evaluation of toothbrush and arm-joint motion during tooth brushing. *Clinical Oral Investigations*, 19(6), 1451–1462. <https://doi.org/10.1007/s00784-014-1367-2>
- Initiative proDente & DGZMK. (2024). *Mundhygiene*. <https://www.bzaek.de/fuer-patienten/zahn-und-mundgesundheit/mundhygiene.html>
- Jensen, B. S., Löe, H. A., Schiött, R. C. & Theilade, E. (1968). Experimental gingivitis in man. *Journal of Periodontal Research*(3), 284–293.
- Johnson, G. M., Stein, A. B., Fitzgerald, N. M., Copeland, C. C., Velazquez, D. M. & Trowbridge, T. (2020). Predictors of preclinical hand skill performance in dental school. *Journal of Dental Education*, 84(10), 1117–1125. <https://doi.org/10.1002/jdd.12257>
- Jordan, A. R., Micheelis, W. & Cholmakow-Bodechtel, C. (Hrsg.). (2016). *Materialienreihe / Institut der Deutschen Zahnärzte: Band 35. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V)*. Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV.
- Karem, H., Jabbar Ali, A. B., Mahmood Alwan, A. & Badeia, R. A. (2020). Self-Reported Oral Health Attitudes and Behaviors, and Gingival Status of Dental Students. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 12, 225–232. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S249708>
- Kartal, Y. & Kaya, B. (2019). Fixed Orthodontic Retainers: A Review. *Turkish journal of orthodontics*, 32(2), 110–114. <https://doi.org/10.5152/TurkJOrthod.2019.18080>
- Kassebaum, N. J., Bernabé, E., Dahiya, M., Bhandari, B., Murray, C. J. L. & Marcenes, W. (2014). Global burden of severe periodontitis in 1990-2010: a systematic review and meta-regression. *Journal of dental research*, 93(11), 1045–1053. <https://doi.org/10.1177/0022034514552491>
- Katz, S., McDonald, J. L. & Stookey, G. K. (1972). *Preventive dentistry in action*. D.C.P.

- Kawamura, M., Honkala, E., Widström, E. & Komabayashi, T. (2000). Cross-cultural differences of self-reported oral health behaviour in Japanese and Finnish dental students. *International Dental Journal*, 50(1), 46–50. <https://doi.org/10.1111/j.1875-595x.2000.tb00546.x>
- Kelso, J. A. S. (2014). *Human Motor Behavior: An Introduction*. Taylor and Francis.
- Khare, N., Munaga, S., Inamdar, M. N. K., Khan, S. & Farooq, M. U. (2020). Development of Psychomotor Skills in Dentistry Based on Motor Learning Principles: A Review. *World Journal of Dentistry*, 11(3), 247–251. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-1734>
- Khoury, Z. H. & Sultan, A. S. (2023). Prosthodontic implications of saliva and salivary gland dysfunction. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 32(9), 766–775. <https://doi.org/10.1111/jopr.13725>
- Kimmelman, B. B. & Tassman, G. C. (1960). Research in designs of children's toothbrushes. *Journal of Dentistry for Children*(27), 60–64.
- Klonowicz, D., Czerwinska, M., Sirvent, A. & Gatignol, J.-P. (2018). A new tooth brushing approach supported by an innovative hybrid toothbrush-compared reduction of dental plaque after a single use versus an oscillating-rotating powered toothbrush. *BMC Oral Health*, 18(1), 185. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0647-7>
- Komabayashi, T., Kawamura, M., Kim, K.-J., Wright, F. A. C., Declerck, D., Goiãs, M. d. C. M. F., Hu, D.-Y., Honkala, E., Lévy, G., Kalwitzki, M., Polychronopoulou, A., Yip, K. H.-K., Eli, I., Kinirons, M. J., Petti, S., Srisilapanan, P., Kwan, S. Y. L. & Centore, L. S. (2006). The hierarchical cluster analysis of oral health attitudes and behaviour using the Hiroshima University--Dental Behavioural Inventory (HU-DBI) among final year dental students in 17 countries. *International Dental Journal*, 56(5), 310–316. <https://doi.org/10.1111/j.1875-595x.2006.tb00106.x>

- Lang, N., Cumming, B. R. & Löe, H. A. (1973). Toothbrushing frequency as it relates to plaque development and gingival health. *Journal of Periodontology*, 44(7), 396–405. <https://doi.org/10.1902/jop.1973.44.7.396>
- Lang, N., Cumming, B. R. & Löe, H. A. (1977). Oral hygiene and gingival health in Danish dental students and faculty. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 5(5), 237–242. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1977.tb01647.x>
- Lang, N., Schätzle, M. A. & Löe, H. A. (2009). Gingivitis as a risk factor in periodontal disease. *Journal of Clinical Periodontology*, 36(10), 3–8. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2009.01415.x>
- Llena-Puy, C. (2006). The role of saliva in maintaining oral health and as an aid to diagnosis. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*, 11(5), E449-55.
- Löe, H. A. (1981). The role of bacteria in periodontal diseases. *Bulletin of the World Health Organization*, 59(6), 821–825.
- Löe, H. A. (1993). Periodontal Disease: The sixth complication of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 16(1), 329–334. <https://doi.org/10.2337/diacare.16.1.329>
- Löe, H. A., Theilade, E. & Jensen, B. S. (1965). Experimental Gingivitis in Man. *Journal of Periodontology*, 36, 177–187.
- Ludwig, M. (2018). *Bimanuelles Training für Zahnärzte: Eine experimentelle Studie* [Dissertation]. Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen-Nürnberg.
- Macgregor, I. D. & Rugg-Gunn, A. J. (1979a). Survey of toothbrushing duration in 85 uninstructed English schoolchildren. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 7(5), 297–298. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1979.tb01235.x>
- Macgregor, I. D. & Rugg-Gunn, A. J. (1979b). A survey of toothbrushing sequence in children and young adults. *Journal of Periodontal Research*, 14(3), 225–230. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.1979.tb00227.x>

- Macgregor, I. D. & Rugg-Gunn, A. J. (1985). Toothbrushing duration in 60 uninstructed young adults. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 13(3), 121–122. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1985.tb00423.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. *Journal of Periodontal Research*, 21(6), 577–582. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.1986.tb01495.x>
- Machado, V., Ferreira, M., Lopes, L., Mendes, J. J. & Botelho, J. (2023). Adverse Pregnancy Outcomes and Maternal Periodontal Disease: An Overview on Meta-Analytic and Methodological Quality. *Journal of Clinical Medicine*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/jcm12113635>
- Márquez-Arrico, C. F., Silvestre, F. J., Marquez-Arrico, J. E. & Silvestre-Rangil, J. (2024). Could Periodontitis Increase the Risk of Suffering from Pancreatic Cancer?-A Systematic Review. *Cancers*, 16(7). <https://doi.org/10.3390/cancers16071257>
- Marsh, P. D. (2005). Dental plaque: biological significance of a biofilm and community life-style. *Journal of Clinical Periodontology*, 32 Suppl 6, 7–15. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00790.x>
- Marsh, P. D. & Zaura, E. (2017). Dental biofilm: ecological interactions in health and disease. *Journal of Clinical Periodontology*, 44 Suppl 18, S12-S22. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12679>
- McCaul, K. D. (1997). Adherence to Dental Regimens. In K. D. McCaul (Hrsg.), *Handbook of Health Behavior Research II: Provider Determinants* (S. 303–319). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1760-7\\_16](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1760-7_16)
- McGraw, K. O. & Wong, S. P. (1996). Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. *Psychological Methods*, 1(1), 30–46. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.1.30>

- Mees, U. & Bolstad, O. D. (1977). *Verhaltensbeobachtung und Verhaltensmodifikation: Anwendungsmöglichkeiten im pädagogischen Bereich*. E. Klett.
- Molina, A., Huck, O., Herrera, D. & Montero, E. (2023). The association between respiratory diseases and periodontitis: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, 50(6), 842–887. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13767>
- Moradi, F. & Shamsoddin, E. (2023). Is periodontitis associated with the risk of immune-mediated systemic conditions? *Evidence-based Dentistry*, 24(2), 83–84. <https://doi.org/10.1038/s41432-023-00903-6>
- Muthu, J., Priyadarshini, G., Muthanandam, S., Ravichndran, S. & Balu, P. (2015). Evaluation of oral health attitude and behavior among a group of dental students in Puducherry, India: A preliminary cross-sectional study. *Journal of Indian Society of Periodontology*, 19(6), 683–686. <https://doi.org/10.4103/0972-124X.164744>
- Needleman, I., Suvan, J., Moles, D. R. & Pimlott, J. (2005). A systematic review of professional mechanical plaque removal for prevention of periodontal diseases. *Journal of Clinical Periodontology*, 32 Suppl 6, 229–282. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00804.x>
- Nihtila, A., West, N., Lussi, A., Bouchard, P., Ottolenghi, L., Senekola, E., Llodra, J. C., Viennot, S. & Bourgeois, D. (2016). Oral Health Behavior and Lifestyle Factors among Overweight and Non-Overweight Young Adults in Europe: A Cross-Sectional Questionnaire Study. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 4(2). <https://doi.org/10.3390/healthcare4020021>
- Nordström, A. & Birkhed, D. (2017). Attitudes and behavioural factors relating to toothbrushing and the use of fluoride toothpaste among caries-active Swedish adolescents - a questionnaire study. *Acta odontologica Scandinavica*, 75(7), 483–487. <https://doi.org/10.1080/00016357.2017.1344876>

- O'Leary, T. J., Drake, R. B. & Naylor, J. E. (1972). The plaque control record. *Journal of Periodontology*, 43(1), 38. <https://doi.org/10.1902/jop.1972.43.1.38>
- Peker, I. & Alkurt, M. T. (2009). Oral Health Attitudes and Behavior among a Group of Turkish Dental Students. *European Journal of Dentistry*, 03(01), 24–31. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1697402>
- Petker, W., Weik, U., Margraf-Stiksrud, J. & Deinzer, R. (2019). Oral cleanliness in daily users of powered vs. manual toothbrushes - a cross-sectional study. *BMC Oral Health*, 19(1), 96. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0790-9>
- Petker-Jung, W., Weik, U., Margraf-Stiksrud, J. & Deinzer, R. (2022). What characterizes effective tooth brushing of daily users of powered versus manual toothbrushes? *BMC Oral Health*, 22(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02045-0>
- Poche, C., McCubbrey, H. & Munn, T. (1982). The development of correct toothbrushing technique in preschool children. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 15(2), 315–320. <https://doi.org/10.1901/jaba.1982.15-315>
- Polychronopoulou, A., Kawamura, M. & Athanasouli, T. (2002). Oral self-care behavior among dental school students in Greece. *Journal of Oral Science*, Vol. 44(2), 73–78.
- Prochaska, J. O., DiClemente, C. C. & Norcross, J. C. (1992). In search of how people change. Applications to addictive behaviors. *The American Psychologist*, 47(9), 1102–1114. <https://doi.org/10.1037//0003-066x.47.9.1102>
- Pujar, P. & Subbareddy, V. V. (2013). Evaluation of the tooth brushing skills in children aged 6-12 years. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 14(4), 213–219. <https://doi.org/10.1007/s40368-013-0046-3>
- Quigley, G. A. & Hein, J. W. (1962). Comparative cleansing efficiency of manual and power brushing. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 65, 26–29. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1962.0184>

- Rahman, B. & Kawas, S. A. (2013). The relationship between dental health behavior, oral hygiene and gingival status of dental students in the United Arab Emirates. *European Journal of Dentistry*, 07(01), 22–27. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1698991>
- 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. *Oral Health & Preventive Dentistry*, 18(1), 843–854. <https://doi.org/10.3290/j.ohpd.a45354>
- Rateitschak, K. H. & Wolf, H. F. [H. F.] (1989). Zur Arbeit "HIV-Gingivitis/HIV-parodontitis in der Praxis" [Comment on the paper "HIV gingivitis/HIV periodontitis in practice"]. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia*, 99(4), 498–499.
- Riad, A., Buchbender, M., Howaldt, H.-P., Klugar, M., Krsek, M. & Attia, S. (2022). Oral Health Knowledge, Attitudes, and Behaviors (KAB) of German Dental Students: Descriptive Cross-Sectional Study. *Frontiers in Medicine*, 9, 852660. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.852660>
- Riad, A., Põld, A., Olak, J., Howaldt, H.-P., Klugar, M., Krsek, M. & Attia, S. (2022). Estonian Dental Students' Oral Health-Related Knowledge, Attitudes and Behaviours (KAB): National Survey-Based Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph19031908>
- Robinson, H. (1946). Toothbrushing habits of 405 persons. *Journal of the American Dental Association* (1939), 33, 1112–1117. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1946.0156>
- Robinson, P. G. (1995). Gingivitis: a prelude to periodontitis? *The Journal of Clinical Dentistry*, 6 Spec No, 41–45.

- Rosenstock, M. M. (1966). Why people use health services. *The Milbank Memorial Fund Quarterly*(44), 94–122.
- Rosier, B. T., Jager, M. de, Zaura, E. & Krom, B. P. (2014). Historical and contemporary hypotheses on the development of oral diseases: are we there yet? *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 4, 92. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2014.00092>
- Rugg-Gunn, A. J. & Macgregor, I. D. (1978). A survey of toothbrushing behaviour in children and young adults. *Journal of Periodontal Research*, 13(4), 382–389. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.1978.tb00193.x>
- Rutter-Locher, Z., Smith, T. O., Giles, I. & Sofat, N. (2017). Association between Systemic Lupus Erythematosus and Periodontitis: A Systematic Review and Meta-analysis. *Frontiers in Immunology*, 8, 1295. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.01295>
- Saghiri M.A., Amanabi M., Vakhnovetsky J., Amini S.B., Samadi E. (2023). Effects of brushing duration on the efficacy of dental plaque removal: An in vitro study. *Int J Dent Hyg*. 2023 Aug;21(3):618-623. doi: 10.1111/idh.12679. Epub 2023 Apr 10. PMID: 37036381.
- Sälzer, S., Graetz, C. & Dörfer, C. E. (2014). Parodontalprophylaxe–Wie lässt sich die Entstehung einer Parodontitis beeinflussen. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 69(10). [https://www.online-dzz.de/fileadmin/user\\_upload/heftarchiv/dzz/article/2014/10/fa3a7d35-9b80-4ce1-8d77-7d6c3af41ff6/fa3a7d359b804ce18d777d6c3af41ff6\\_\\_ues\\_parodontalprophylaxe\\_saelzer\\_1\\_original.pdf](https://www.online-dzz.de/fileadmin/user_upload/heftarchiv/dzz/article/2014/10/fa3a7d35-9b80-4ce1-8d77-7d6c3af41ff6/fa3a7d359b804ce18d777d6c3af41ff6__ues_parodontalprophylaxe_saelzer_1_original.pdf)
- Sälzer, S., Graetz, C., Dörfer, C. E., Slot, D. E. & van der Weijden, G. A. F. (2020). Contemporary practices for mechanical oral hygiene to prevent periodontal disease. *Periodontology 2000*, 84(1), 35–44. <https://doi.org/10.1111/prd.12332>

- Saxer, U. P., Barbakow, J. & Yankell, S. L. (1998). New studies on estimated and actual toothbrushing times and dentifrice use. *The Journal of Clinical Dentistry*, 9(2), 49–51.
- Saxer, U. P. & Mühlemann, H. R. (1975). Motivation und Aufklärung [Motivation and education]. *Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie*, 85(9), 905–919.
- Sheeran, P., Maki, A., Montanaro, E., Avishai-Yitshak, A., Bryan, A., Klein, W.M., Miles, E., Rothman, A.J. (2016). The impact of changing attitudes, norms, and self-efficacy on health-related intentions and behavior: A meta-analysis. *Health Psychology*, 35(11):1178-1188. doi: 10.1037/hea0000387
- Schlueter, N., Klimek, J. & Ganss, C. (2013). Relationship between plaque score and video-monitored brushing performance after repeated instruction--a controlled, randomised clinical trial. *Clinical Oral Investigations*, 17(2), 659–667. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0744-y>
- Schlueter, N., Klimek, J., Saleschke, G. & Ganss, C. (2010). Adoption of a toothbrushing technique: a controlled, randomised clinical trial. *Clinical Oral Investigations*, 14(1), 99–106. <https://doi.org/10.1007/s00784-009-0269-1>
- Schüz, B., Sniehotta, F. F., Wiedemann, A. & Seemann, R. (2006). Adherence to a daily flossing regimen in university students: effects of planning when, where, how and what to do in the face of barriers. *Journal of Clinical Periodontology*, 33(9), 612–619. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2006.00967.x>
- Schwarzer, R. (Hrsg.). (2014). *Self-efficacy: Thought control of action*. Routledge.
- Shrout, P. E. & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86(2), 420–428. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.86.2.420>
- Silness, J. & Løe, H. A. (1964). Periodontal Disease in Pregnancy. II. Correlation between Oral Hygiene and Periodontal Condition. *Acta odontologica Scandinavica*, 22, 121–135. <https://doi.org/10.3109/00016356408993968>

- Silva, C., Albuquerque, P., Assis, P. de, Lopes, C., Anníbal, H., Lago, M. C. A. & Braz, R. (2022). Does flossing before or after brushing influence the reduction in the plaque index? A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Dental Hygiene*, 20(1), 18–25. <https://doi.org/10.1111/idh.12546>
- Silverman, J., Rosivack, R. G., Matheson, P. B. & Houpt, M. I. (2004). Comparison of powered and manual toothbrushes for plaque removal by 4- to 5-year-old children. *Pediatric Dentistry*, 26(3), 225–230.
- Slot, D. E., Valkenburg, C. & van der Weijden, G. A. F. (2020). Mechanical plaque removal of periodontal maintenance patients: A systematic review and network meta-analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, 47 Suppl 22, 107–124. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13275>
- Slot, D. E., Wiggelinkhuizen, L., Rosema, N. A. M. & van der Weijden, G. A. F. (2012). The efficacy of manual toothbrushes following a brushing exercise: a systematic review. *International Journal of Dental Hygiene*, 10(3), 187–197. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5037.2012.00557.x>
- Snell, M. E., Patrice, A. & Houghton, A. (1989). Acquisition and Maintenance of Toothbrushing Skills by Students with Cerebral Palsy and Mental Retardation. *Journal of the Association for Persons with Severe Handicaps*, 14(3), 216–226. <https://doi.org/10.1177/154079698901400307>
- Stamm, J. W. (1986). Epidemiology of gingivitis. *Journal of Clinical Periodontology*, 13(5), 360–366. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1986.tb01473.x>
- Stewart, J. E., Strack, S. & Graves, P. (1997). Development of oral hygiene self-efficacy and outcome expectancy questionnaires. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 25(5), 337–342. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1997.tb00951.x>
- Stillman, P. R. (1932). A Philosophy of the Treatment of Periodontal Disease. *The Dental Digest*(38), 315–322.

- Surme, K. & Akman, H. (2023). Evaluation of Self-Reported Oral Health Attitudes and Behavior of Dental Students in Antalya, Turkey. *Cureus*, 15(8), e44387. <https://doi.org/10.7759/cureus.44387>
- Suzuki, H., Sugimoto, K., Kubota-Miyazawa, A., Noritake, K., Umemori, S., Araki, K., Adachi, N., Otsuka, H. & Yoshida, N. (2022). A survey of oral health status, subjective oral symptoms and oral health behaviors among first-year dental students at a Japanese university. *Journal of Oral Science*, 64(1), 85–90. <https://doi.org/10.2334/josnusd.21-0420>
- Tangnuntachai, N., Smutkeeree, A., Jirarattanasopha, V. & Leelataweewud, P. (2021). Visual pedagogy-guided toothbrushing training to enhance fine motor skills in individuals with intellectual disabilities and impaired fine motor skills. *Special Care in Dentistry*, 41(5), 579–587. <https://doi.org/10.1111/scd.12595>
- Tenenbaum, H. (1980). Impact of a periodontal course on oral hygiene and gingival health among senior dental students. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 8(7), 335–338. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1980.tb01303.x>
- Theilade, E., Fejerskov, O., Karring, T. & Theilade, J. (1982). Predominant cultivable microflora of human dental fissure plaque. *Infection and Immunity*, 36(3), 977–982.
- Theilade, E., Wright, W. H., Jensen, B. S. & Löe, H. A. (1966). Experimental gingivitis in man. *Journal of Periodontal Research* (1), 1–13.
- Thomassen, T.M.J.A., Van der Weijden, F.G.A., Slot, D.E. (2022). The efficacy of powered toothbrushes: A systematic review and network meta-analysis. *Int J Dent Hyg.*, 20(1), 3-17. doi: 10.1111/idh.12563. Epub 2021 Dec 31. PMID: 34877772; PMCID: PMC9303421.
- Tiffin, J. & Asher, E. J. (1948). The Purdue pegboard; norms and studies of reliability and validity. *The Journal of applied psychology*, 32(3), 234–247. <https://doi.org/10.1037/h0061266>

- Tomarken, A. J. & Serlin, R. C. (1986). Comparison of ANOVA alternatives under variance heterogeneity and specific noncentrality structures. *Psychological Bulletin*, 99(1), 90–99. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.99.1.90>
- Tonetti, M. S., Jepsen, S., Jin, L. & Otomo-Corgel, J. (2017). Impact of the global burden of periodontal diseases on health, nutrition and wellbeing of mankind: A call for global action. *Journal of Clinical Periodontology*, 44(5), 456–462.
- Tonetti, M. S. & van Dyke, T. E. (2013). Periodontitis and atherosclerotic cardiovascular disease: consensus report of the Joint EFP/AAP Workshop on Periodontitis and Systemic Diseases. *Journal of Periodontology*, 84(4S), S24-9. <https://doi.org/10.1902/jop.2013.1340019>
- Trindade, D., Carvalho, R., Machado, V., Chambrone, L., Mendes, J. J. & Botelho, J. (2023). Prevalence of periodontitis in dentate people between 2011 and 2020: A systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. *Journal of Clinical Periodontology*, 50(5), 604–626. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13769>
- Trites, R. (2002). *Grooved Pegboard Test User Instructions: Model 32025*. [https://www.fab-ent.com/MEDIA/41\\_INSTRUCTIONS/12-3010\\_MANUAL.PDF](https://www.fab-ent.com/MEDIA/41_INSTRUCTIONS/12-3010_MANUAL.PDF)
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis*. Addison-Wesley series in behavioral science Quantitative methods. Addison-Wesley.
- Turesky, S., Gilmore, N. D. & Glickman, I. (1970). Reduced plaque formation by the chloromethyl analogue of vitamin C. *Journal of Periodontology*, 41(1), 41–43. <https://doi.org/10.1902/jop.1970.41.41.41>
- Uziel, N., Lugassy, D., Ghanaym, K., Meari, H. & Brosh, T. (2023). Impact of physical and mental training on dental students' fine motor skills. *Journal of Oral Rehabilitation*, 50(8), 698–705. <https://doi.org/10.1111/joor.13464>
- van der Weijden, G. A. F. & Hioe, K. P. K. (2005). A systematic review of the effectiveness of self-performed mechanical plaque removal in adults with gingivitis using a manual toothbrush. *Journal of Clinical Periodontology*, 32 Suppl 6, 214–228. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00795.x>

- van der Weijden, G. A. F. & van Loveren, C. (2023). Mechanical plaque removal in step-1 of care. *Periodontology* 2000. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1111/prd.12541>
- Vogel, R. I., Sullivan, A. J., Pascuzzi, J. N. & Deasy, M. J. (1975). Evaluation of cleansing devices in the maintenance of interproximal gingival health. *Journal of Periodontology*, 46(12), 745–747. <https://doi.org/10.1902/jop.1975.46.12.745>
- Wade, W. G. (2013). The oral microbiome in health and disease. *Pharmacological research*, 69(1), 137–143. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2012.11.006>
- Wainwright, J. & Sheiham, A. (2014). An analysis of methods of toothbrushing recommended by dental associations, toothpaste and toothbrush companies and in dental texts. *British Dental Journal*, 217(3), E5. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.651>
- Walther, K.-A., Brunnhuber, D., Frey, C., Hermann, S., Rödiger, J., Tsolakidis, G., Krantz-Schäfers, C. & Kanzow, P. (2020). Zusammenhang zwischen Parodontitis und kardiovaskulären Erkrankungen: Diskussionsbeitrag des Masterkurses "Parodontologie und Implantattherapie" der DG Paro und DIU. *Parodontologie*, 31(4), 439–446.
- Weik, U., Eidenhardt, Z. & Deinzer, R. (2024). Making plaque assessment easier - a validation study of simplified versions of the Marginal Plaque Index. *BMC Oral Health*, 24(1), 1377. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-05168-8>
- Weik, U., Sämann, T., Eidenhardt, Z., Subramanian, S. S., Wöstmann, B., Margraf-Stiksrud, J. & Deinzer, R. (2023). *Unpredictable chaos or an individual stable habit – a correlational analysis of repeatedly assessed tooth brushing behavior*. <https://doi.org/10.1101/2023.12.26.23300550>
- Weik, U., Shankar-Subramanian, S., Sämann, T., Wöstmann, B., Margraf-Stiksrud, J. & Deinzer, R. (2023). "You should brush your teeth better": a randomized controlled trial comparing best-possible versus as-usual toothbrushing. *BMC Oral Health*, 23(1), 456. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03127-3>

- Welch, B. L. (1951). On the comparison of several mean values: An alternative approach. *Biometrika*, 38(3-4), 330–336. <https://doi.org/10.1093/biomet/38.3-4.330>
- Wieslander, V., Leles, C. & Srinivasan, M. (2021). Evaluation of oral-health behavioral attitudes of dental students in Switzerland and Brazil. *Journal of Oral Science*, 63(4), 326–329. <https://doi.org/10.2334/josnusd.21-0188>
- 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. *Clinical Oral Investigations*, 19(4), 851–858. <https://doi.org/10.1007/s00784-014-1306-2>
- Woelber, J. P., Bienas, H., Fabry, G., Silbernagel, W., Giesler, M., Tennert, C., Stampf, S., Ratka-Krüger, P. & Hellwig, E. (2015). Oral hygiene-related self-efficacy as a predictor of oral hygiene behaviour: a prospective cohort study. *Journal of Clinical Periodontology*, 42(2), 142–149. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12348>
- Wolf, H. F. (Hrsg.). (2012). *Parodontologie* (3. Aufl.). Georg Thieme Verlag.
- World Health Organization. (2023). *Oral Health*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>
- Wu, C.-Z., Yuan, Y.-H., Liu, H.-H., Li, S.-S., Zhang, B.-W., Chen, W., An, Z.-J., Chen, S.-Y., Wu, Y.-Z., Han, B., Li, C.-J. & Li, L.-J. (2020). Epidemiologic relationship between periodontitis and type 2 diabetes mellitus. *BMC Oral Health*, 20(1), 204. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01180-w>
- Yaacob, M., Worthington, H. V., Deacon, S. A., Deery, C., Walmsley, A. D., Robinson, P. G. & Glenny, A.-M.] (2014). Powered versus manual toothbrushing for oral health. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2014(6), CD002281. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002281.pub3>

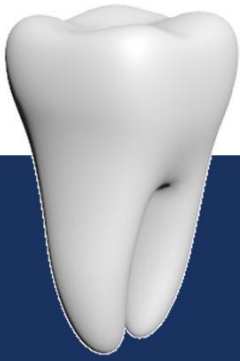
- Yang, S., Zhao, L. S., Cai, C., Shi, Q., Wen, N. & Xu, J. (2018). Association between periodontitis and peripheral artery disease: a systematic review and meta-analysis. *BMC Cardiovascular Disorders*, 18(1), 141. <https://doi.org/10.1186/s12872-018-0879-0>
- Ziller, S., Jordan, A. R. & Oesterreich, D. (2021). Mundgesundheitsziele für Deutschland 2030: Karies und Parodontitis weiter reduzieren sowie Prävention verbessern [Oral health goals for Germany 2030: reduction of caries and periodontitis and improvement of prevention]. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 64(7), 821–829. <https://doi.org/10.1007/s00103-021-03359-0>
- Zimmer, S. & Lieding, L. (2014). Gewohnheiten und Kenntnisse zur Mundhygiene in Deutschland - Ergebnis einer bevölkerungsrepräsentativen Befragung. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 10(69), 584-593. <https://doi.org/10.3238/dzz.2014.0584-0593>

## Anhang

### Anhang A

Folien der Präsentation zur Bewerbung der Studie und Rekrutierung in der Zahnklinik

Folie 1/5



**ZAHNMEDIZIN 2.0**  
DIE MODERNE ERFORSCHUNG DES ZAHNPUTZVORGANGS

Institut für Medizinische Psychologie  
Leitung: Prof. Dr. Renate Deinzer  
AG Mundgesundheit

Nils Berneburg, Zahnarzt  
Carlotta Bottenbruch, M. Sc. Psychologie

**JLU**  
JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT  
ERLANGEN-NÜRNBERG

Quelle: GfK, <http://gfk.com/en/06/06>

Folie 2/5

**RELEVANZ**



Quelle Bild 1: <http://www.ambodontics.com/2018/11/parodontitis-entzündung-der-zahne/>

Quelle Bild 2: <https://www.flickr.com/photos/133838113@N04/18771189/>

Quelle Bild 3: <https://www.flickr.com/photos/133838113@N04/18771189/>

Quelle Bild 4: <https://www.flickr.com/photos/133838113@N04/18771189/>

Etwa 10 Mio. Menschen in Deutschland leiden unter einer schweren Parodontitis (Jordan & Micheelis, 2016)

Mundgesundheitsziele 2030 der BZÄK:  
U.a. die Prävalenzen von Gingivitis und Parodontitis senken - Prävention verbessern


Zähneputzen ist die beste Prävention!

... also wollen wir alles über das Zähneputzen wissen.

## Anhang A

## Folien der Präsentation zur Bewerbung der Studie und Rekrutierung in der Zahnklinik

## Folie 3/5



## SO UNTERSTÜTZEN SIE DIE FORSCHUNG:

- **Heute:** Teilnahme an Onlinefragebögen
- Link aufrufen oder QR-Code scannen
- Dauer: 10 Minuten
- Eintragung im Terminkalender (Name, E-Mail)
- Sie erhalten eine Mail mit weiteren Infos

- **Im Mai:** Teilnahme an Laboruntersuchung
- Vorbeikommen (MLZ, Klinikstr. 29)
- Spannende Untersuchungen mitmachen
- Dauer: 60 Minuten (± 10 Minuten)
- 25€ verdienen** 😊

... Fragen?

## Folie 4/5



## UNSERE FORSCHUNG & PROJEKTLEITUNG



Laboruntersuchung in 917

- Technische Hochschule Mittelhessen (THM):  
Modellbau und Sensorik  
Leitung: Prof. Dr. Sohrabi
- Institut für Medizinische Psychologie (JLU):  
Untersuchung und Datenerhebung  
Leitung: Prof. Dr. Dwanzer
- Intelligent Embedded Systems (Uni Kassel):  
Analyse und Auswertung  
Leitung: Prof. Dr. Sick



## Anhang A

*Folien der Präsentation zur Bewerbung der Studie und Rekrutierung in der Zahnklinik*

Folie 5/5

DANKE FÜR IHRE TEILNAHME!



■ [Soscisurvey.de/PUTZIS](https://Soscisurvey.de/PUTZIS)



Wir freuen uns wirklich sehr über Ihre Hilfe.  
Unser Kontakt: [Studien@mp.med.uni-giessen.de](mailto:Studien@mp.med.uni-giessen.de)

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

### Einwilligung zur Datenerhebung

Seite 01

#### Liebe Studentin, lieber Student der Zahnmedizin,

Mit dieser Befragung erheben wir Daten zu Forschungszwecken im Projekt Brushalyze. Wir prüfen auch, ob Sie für die Teilnahme an unserer Laboruntersuchung geeignet sind.

Die Erhebung Ihrer Daten bei der jetzigen Befragung erfolgt anonymisiert. Nur wenn Sie am Ende der Befragung angeben, an der Laborstudie teilzunehmen, bitten wir Sie, einen Code einzutragen, mithilfe dessen wir die heute erhobenen Daten mit den Labordaten verknüpfen können. Durch Schließen des Browserfensters können Sie jederzeit die Teilnahme an dieser Studie beenden.

Die im Rahmen dieser Studie erhobenen Daten werden anonym oder pseudonymisiert (das heißt ohne Angabe Ihres Namens, sondern unter Verwendung des Codes) verarbeitet und für 10 Jahre gespeichert.

Um mit der Befragung zu beginnen, geben Sie bitte nachstehend Ihr Einverständnis, indem Sie den entsprechenden Haken setzen. Wenn Sie nicht einverstanden sind, schließen Sie einfach dieses Browserfenster.

#### Einwilligung

Um mit der Befragung zu beginnen, bestätigen Sie bitte, dass Sie die obenstehenden Informationen gelesen haben und mit Ihrer Teilnahme einverstanden sind:

- Ich habe die obigen Informationen gelesen und bin damit einverstanden. Insbesondere stimme ich der beschriebenen Verarbeitung meiner Daten zu.
- Meine Teilnahme an dieser Befragung ist freiwillig. Ich erhalte für die heutige Teilnahme keine finanzielle Entschädigung.
- Ich habe das Recht, meine Teilnahme jederzeit abubrechen und dadurch meine Einwilligung zu widerrufen.
- Mir ist bekannt, dass ich diese Einwilligung jederzeit, auch nach Beendigung der Befragung, widerrufen kann. Der Widerruf kann über folgende E-Mailadresse erfolgen: [Medizinische.Psychologie@mp.med.uni-giessen.de](mailto:Medizinische.Psychologie@mp.med.uni-giessen.de). Die Rechtmäßigkeit der Verarbeitung meiner personenbezogenen Daten bis zum Widerruf bleibt hiervon unberührt.
- Mit dem Anklicken des Bestätigungsfeldes versichere ich, dass ich alle die hier beschriebenen Informationen gelesen habe und mit ihnen einverstanden bin.



- Ich habe alle Informationen gelesen und bin einverstanden.

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Erhebung soziodemographischer Daten

Seite 02

SD

**Zu Beginn möchten wir Ihnen gerne Fragen zu soziodemographischen Merkmalen stellen.**

**Welches Geschlecht haben Sie?**

- Weiblich  
 Männlich  
 Anderes

**Wie alt sind Sie?**

Geben Sie Ihr Alter als Zahl an (z.B. 23).

**In welchem Fachsemester studieren Sie Zahnmedizin?**

Geben Sie Ihr Fachsemester als Zahl an (z.B. 2 für das 2. Semester).

**Haben Sie alle Veranstaltungen (Vorlesungen, Kurse, Klausuren u.s.w.) vor Ihrem jetzigen Semester, die regulär für Ihren Stand im Studium vorgesehen waren, erfolgreich abgeschlossen?**

- Ja (oder: Ich studiere im 1. Semester)  
 Nein

**1 aktive(r) Filter**

**Filter SD05/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **2**  
Dann Seite(n) **Spez 1** des Fragebogens anzeigen (sonst ausblenden)

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Erhebung soziodemographischer Daten

---

Seite 03

Spez 1

Was hätten Sie bereits abschließen müssen, haben es aber noch nicht geschafft?

---

Seite 04

Haben Sie vor dem Studium eine Ausbildung oder ein Praktikum in einem zahnmedizinischen Beruf absolviert?

Sind Sie familiär bedingt mit dem Bereich der Zahnmedizin vertraut?

Gibt es anderweitige Zusatz- oder Vorerfahrungen im Bereich Zahnmedizin, die Sie als relevant erachten?

Kreuzen Sie „Ja“, sobald auch nur eines auf Sie zutrifft.

- Ja  
 Nein

**2 aktive(r) Filter****Filter SD07/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: 1  
Dann Seite(n) **Spez 2** des Fragebogens anzeigen (sonst ausblenden)

**Filter SD07/F2**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: 2, -9  
Dann nach dem Klick auf "Weiter" direkt zur Seite **MU** springen

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Erhebung soziodemographischer Daten

Seite 05

Spez 2

**Was trifft auf Sie zu?**

Mehrfachnennungen sind möglich.

- Mindestens ein Elternteil arbeitet/e in einem zahnmedizinischen Beruf.
- Ich habe vor dem Studium bereits ein zahnmedizinisches Praktikum oder Praktika absolviert.
- Ich habe vor dem Studium eine zahnmedizinische Ausbildung begonnen.
- Ich möchte noch etwas hinzufügen, das hier nicht steht.

**4 aktive(r) Filter****Filter SD08/F1**Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **1**  
Dann Seite(n) **EL** des Fragebogens anzeigen (sonst ausblenden)**Filter SD08/F2**Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **2**  
Dann Seite(n) **jump2** des Fragebogens anzeigen (sonst ausblenden)**Filter SD08/F3**Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **3**  
Dann Seite(n) **jump1** des Fragebogens anzeigen (sonst ausblenden)**Filter SD08/F4**Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **4**  
Dann Seite(n) **jump3** des Fragebogens anzeigen (sonst ausblenden)

Seite 06

EL

**Sie haben angegeben, dass mindestens ein Elternteil zahnmedizinisch tätig war/ist. Bitte beschreiben Sie uns kurz, um was es dabei geht.**

z.B. „Mutter Zahnärztin, eigene Praxis“, „Vater Zahntechniker“

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Erhebung soziodemographischer Daten

---

Seite 07

jump2

**Sie haben angegeben, dass Sie vor Ihrem Studium ein Praktikum oder Praktika absolviert haben.**

**In welchem Bereich und in welchem Umfang war das?**

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Erhebung soziodemographischer Daten

Seite 08

jump1

**Welche Ausbildung haben Sie begonnen?**

Mehrfachauswahl möglich.

- Zahnmedizinische Fachangestellte/r
- Zahnmedizinische Fachassistent/in
- Prophylaxeassistent/in
- Verwaltungsangestellte/r
- Dentalhygieniker/in
- Medizinmanagement B.A.
- Praxismanagement
- Zahntechniker/in

**Ich habe eine andere zahnmedizinische Ausbildung gemacht, und zwar:****In welchem Zeitraum haben Sie die Ausbildung(en) absolviert?****Haben Sie Ihre (erste) Ausbildung abgeschlossen?**

- Ja
- Nein

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Erhebung soziodemographischer Daten

---

Seite 09

Jump3

**Sie haben angegeben, dass Sie anderweitige Vorerfahrungen gemacht haben, die wir nicht aufgelistet haben.  
Welche Vorerfahrungen sind das?**

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Mundhygieneverhalten im Selbstbericht

---

Seite 10  
MU

**Im Folgenden möchten wir Ihnen ein paar allgemeine Fragen zu Ihrer Mundhygiene stellen.**

**Welche Utensilien nutzen Sie für Ihre Mundhygiene in der Regel?**

Mehrfachauswahl möglich.

- Zahnbürste (elektrisch/manuell)
- Zahnstocher
- Zahnseide
- Zahnpasta
- Interdentalbürsten
- Mundspülung
- Gelee

Andere  
Utensilien:

**Wie oft reinigen Sie Ihre Zähne in der Regel am Tag?**

Ich reinige mir die Zähne am  
Tag in der Regel...

< 1 Mal	1 Mal	2 Mal	3 Mal	> 3 Mal
---------	-------	-------	-------	---------

**Wie oft nutzen Sie Utensilien der Approximalhygiene (z.B. Zahnseide) pro Tag?**

Ich reinige meine  
Zahnzwischenräume am Tag  
in der Regel...

< 1 Mal	1 Mal	2 Mal	3 Mal	> 3 Mal
---------	-------	-------	-------	---------

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Mundhygieneverhalten im Selbstbericht

**Tragen Sie aktuell einen Retainer?**

- Nein
- Ja, im Unterkiefer
- Ja, im Oberkiefer
- Ja, im Unter- und Oberkiefer

---

Seite 11

**Wie oft haben Sie in der letzten Woche Ihre Zähne mit einer elektrischen Zahnbürste geputzt?**

Bitte antworten Sie in ganzen Zahlen. Beziehen Sie sich auf 7 Tage. Bei keiner Nutzung geben Sie eine 0 an.

Mal

**Wie oft haben Sie in der letzten Woche Ihre Zähne mit einer manuellen Zahnbürste geputzt?**

Bitte antworten Sie in ganzen Zahlen. Beziehen Sie sich auf 7 Tage. Bei keiner Nutzung geben Sie eine 0 an.

Mal

**Entspricht die letzte Woche hinsichtlich der Zahnbürstennutzung einer für Sie regulären Woche?**

- Ja
- Nein, ich putze sonst häufiger mit einer manuellen Zahnbürste
- Nein, ich putze sonst häufiger mit einer elektrischen Zahnbürste

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Oral health self-efficacy expectancy (OHSEE)

Seite 12

OH

Treffen Sie bitte bei jeder Aussage eine Auswahl.

**Ich sehe mich in der Lage, meine Zähne einmal täglich gründlich zu reinigen, ...**

		1	2	3	4	5	
... wenn alles normal läuft.	trifft überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	trifft voll und ganz zu
... wenn ich traurig bin.	trifft überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	trifft voll und ganz zu
... wenn ich zu tun habe.	trifft überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	trifft voll und ganz zu
... wenn ich im Stress bin.	trifft überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	trifft voll und ganz zu
... wenn ich müde bin.	trifft überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	trifft voll und ganz zu
... wenn ich im Urlaub bin.	trifft überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	trifft voll und ganz zu
... wenn ich dafür etwas Schönes unterbrechen muss.	trifft überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	trifft voll und ganz zu
... nachdem ich längere Zeit nachlässig war.	trifft überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	trifft voll und ganz zu
... wenn ich keine Lust dazu habe.	trifft überhaupt nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	trifft voll und ganz zu

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Wendepunktabfrage

---

Seite 13

WE

**Hat sich Ihr Mundhygiene- oder Zahnputzverhalten im Verlauf des Studiums verändert?**

Wenn Sie im 1. Semester studieren, beziehen Sie sich auf den Zeitraum seit Erhalten des Studienplatzes bis jetzt.

- Ja  
 Nein

**1 aktive(r) Filter**

**Filter WE02/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: 2, -9  
Dann nach dem Klick auf "Weiter" direkt zur Seite **KR** springen

---

Seite 14

**Können Sie diese Veränderung auf bestimmte Veranstaltungen/Themen/Situationen des Zahnmedizinstudiums zurückführen?**

- Ja  
 Nein

**1 aktive(r) Filter**

**Filter WE03/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: 2, -9  
Dann nach dem Klick auf "Weiter" direkt zur Seite **KR** springen

---

Seite 15

**Welche Veranstaltungen/Themen/Situationen waren das?**

Bitte geben Sie auch an, in welchem Semester das war.

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Wendepunktabfrage

---

Seite 16

**Wie hat sich Ihr Mundhygiene- und Zahnputzverhalten durch diese Einflüsse verändert?**

Beschreiben Sie die Komponenten, die sich Ihrer Meinung nach durch den Einfluss Ihres Studiums verändert haben.

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Ein- und Ausschlusskriterien

---

Seite 17

KR

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen ehrlich.

Sind Sie mindestens 18 Jahre alt?

- Ja  
 Nein

**1 aktive(r) Filter****Filter KR01/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **2, -9**  
Dann nach dem Klick auf "Weiter" den Text **KR12** anzeigen und das Interview beenden

Haben Sie mindestens 20 natürliche Zähne?

- Ja  
 Nein

**1 aktive(r) Filter****Filter KR02/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **2, -9**  
Dann nach dem Klick auf "Weiter" den Text **KR12** anzeigen und das Interview beenden

Haben Sie eine kieferorthopädische, festsitzende Apparatur (z.B. eine Zahnsperre)?

(Achtung: Bei einem untenliegenden Retainer geben Sie bitte „Nein“ an.)

- Ja  
 Nein (nichts oder Retainer unten)

**1 aktive(r) Filter****Filter KR03/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **1, -9**  
Dann nach dem Klick auf "Weiter" den Text **KR12** anzeigen und das Interview beenden

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Ein- und Ausschlusskriterien

**Haben Sie seit dem 01.04.23 eine professionelle Zahnreinigung oder eine Politur durchführen lassen?**

- Ja  
 Nein

**1 aktive(r) Filter****Filter KR07/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **1, -9**  
Dann nach dem Klick auf "Weiter" den Text **KR12** anzeigen und das Interview beenden

**Sind Sie derzeit schwanger oder stillen Sie?**

- Ja  
 Nein

**1 aktive(r) Filter****Filter KR05/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **1, -9**  
Dann nach dem Klick auf "Weiter" den Text **KR12** anzeigen und das Interview beenden

**Tragen Sie Zahnschmuck oder ein orales Piercing?**

- Ja  
 Nein

**1 aktive(r) Filter****Filter KR04/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **1, -9**  
Dann nach dem Klick auf "Weiter" den Text **KR12** anzeigen und das Interview beenden

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Ein- und Ausschlusskriterien

**Rauchen Sie 5 oder mehr Zigaretten pro Tag?**

- Ja  
 Nein

**1 aktive(r) Filter****Filter KR08/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **1, -9**  
Dann nach dem Klick auf "Weiter" den Text **KR12** anzeigen und das Interview beenden

**Haben Sie derzeit Einschränkungen (z.B. durch Verletzungen), die Sie beim Zähneputzen beeinträchtigen?**

- Ja  
 Nein

**1 aktive(r) Filter****Filter KR06/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **1, -9**  
Dann nach dem Klick auf "Weiter" den Text **KR12** anzeigen und das Interview beenden

**Bestehen bei Ihnen akute oder chronische Erkrankungen mit Einfluss auf die Mundhygiene?**

Dabei kann es sich beispielsweise um Diabetes, HIV, Bulimia Nervosa, akute Herpesreaktionen oder anderweitige längerwierige Entzündungen im Mundraum handeln.

- Ja  
 Nein

**1 aktive(r) Filter****Filter KR09/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **1, -9**  
Dann nach dem Klick auf "Weiter" den Text **KR12** anzeigen und das Interview beenden

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Ein- und Ausschlusskriterien

**Nehmen Sie Medikamente ein, die einen Einfluss auf die Mundhygiene haben können?**

Dazu gehören Medikamente zur Behandlung von Epilepsie und Herzerkrankungen oder auch Immunsuppressiva.

- Ja  
 Nein

**1 aktive(r) Filter****Filter KR10/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **1, -9**  
Dann nach dem Klick auf "Weiter" den Text **KR12** anzeigen und das Interview beenden

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Codegenerierung

---

Seite 18

**Herzlichen Glückwunsch!**

Sie kommen für einen Termin in unserem Labor infrage.

Der Termin wird etwa 60 Minuten dauern und beinhaltet eine Reihe von spannenden Untersuchungen. Für Ihre Teilnahme am Labortermin würden Sie zeitnah nach dem Termin 25€ überwiesen bekommen.

Sollten Sie an einem Labortermin teilnehmen wollen, können Sie sich gleich in einem Onlinekalender einen Termin verbindlich dafür buchen. Sie erhalten dann im Verlauf des Tages weitere Informationen per Mail.

**Wenn Sie an einem Labortermin teilnehmen möchten, generieren Sie bitte wie angegeben einen Code.**

Bitte notieren Sie sich Ihren Code bzw. beantworten Sie die Fragen ehrlich. Sollten Sie Ihren Code vergessen, so können wir ihn mithilfe unserer Fragen wieder herstellen.

**Wie lautet der dritte Buchstabe Ihres Nachnamens?**

Wenn Sie beispielsweise *Meyer* heißen, geben Sie ein **Y** ein.

**Wie lautet der zweite Buchstabe Ihres Geburtsortes?**

Wenn Sie beispielsweise in *Köln* geboren sind, geben sie ein **Ö** ein.

**Wie lautet der Anfangsbuchstabe des Vornamens Ihrer Mutter?**

Wenn Ihre Mutter beispielsweise *Silke* heißt, geben Sie ein **S** ein.

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Codegenerierung

**An welchem Tag (die ersten beiden Ziffern Ihres Geburtsdatums) haben Sie Geburtstag?**

Wenn Sie beispielsweise am 05.07.2001 Geburtstag haben, geben Sie **05** ein (für den 25.07.2001 geben Sie **25** ein).

**Wie lautet Ihr vollständiger Code?**

Die oben benannten *Beispiele* ergeben den Code **YÖS05**.

**Möchten Sie einen Termin in unserem Labor verbindlich buchen?**

Bei Terminschwierigkeiten, Erkrankungen oder Notfällen kontaktieren Sie uns einfach.

- Ja  
 Nein

**1 aktive(r) Filter****Filter KR14/F1**

Wenn eine der folgenden Antwortoption(en) ausgewählt wurde: **2**  
Dann nach dem Klick auf "Weiter" den Text **E103** anzeigen und das Interview beenden

## Anhang B

Fragebogen [www.SosciSurvey.de/PUTZIS](http://www.SosciSurvey.de/PUTZIS) am Rekrutierungstermin

## Schlussvarianten

---

**Seite 19**  
Ran

text('Link Kalender')

**Wir freuen uns auf Sie!**

[Hier geht es zum Terminkalender \(bitte anklicken\).](#)

text('Warteliste')

**Leider sind die Termine für Ihr Semester vorläufig vergeben.**

Wir würden uns freuen, wenn Sie sich auf der Warteliste eintragen!

[Hier geht es zur Warteliste \(bitte anklicken\).](#)

---

**Seite 20**  
NO

**Herzlichen Dank für Ihre Rückmeldung!**

Wir wünschen Ihnen alles Gute.

Sie können das Fenster nun schließen.

---

**Seite 21**  
Bye

**Liebe Studentin, lieber Student,**

**herzlichen Dank für Ihre heutige Teilnahme. Sie helfen dem Projekt dadurch enorm weiter.**

Leider kommen Sie für einen Labortermin nicht infrage. Das kann passieren und ist überhaupt nicht schlimm. Durch bestimmte Teilnahmekriterien können wir versuchen sicherzustellen, dass unsere Studienergebnisse weniger durch unkontrollierbare Einflüsse verzerrt werden. Dies ist uns ein wichtiges Anliegen, um die Qualität unserer wissenschaftlichen Arbeit zu gewährleisten.

Wenn Sie dazu noch Fragen haben, wenden Sie sich immer gerne an uns.

Wir wünschen Ihnen alles Gute!

## Anhang C

### Überprüfung des persönlichen Codes vor der Laboruntersuchung

Team: Blau/S  Grün/B

#### Kontaktblatt „Analyse des Zahnputzvorgangs“

Name \_\_\_\_\_

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

#### Selbst generierter Code

#### Persönlicher Code (vollständig)

1. Dritter Buchstabe des Nachnamens, z.B. Meyer = Y
2. Zweiter Buchstabe des Geburtsortes, z.B. Köln = Ö
3. Anfangsbuchstabe des Namens der Mutter, z.B. Silke = S
4. Die ersten beiden Ziffern des Geburtstages, z.B. 05. oder 25.
5. = Vollständiger Code: z.B.: YÖS05

Code in der Liste auf Vorhandensein prüfen.

**Falls nicht vorhanden, bitte nachhaken.**

(„Leider ist ein solcher Code bisher nicht erstellt worden – woran könnte das liegen, haben Sie vielleicht eine Idee?“).

**Falls trotzdem nicht herstellbar, bitte freundlich fortfahren.**

Code in Liste vorhanden: Ja  Nein

Code mit geringer Abweichung vorhanden   
(z.B. statt YÖS05 dann YÖG05)

Termin

Datum: \_\_\_\_\_

Uhrzeit: \_\_\_\_\_

---

## Anhang D

### Kontrolle der Ein- und Ausschlusskriterien vor der Laboruntersuchung

<b>Team:</b> Blau/S <input type="radio"/> Grün/B <input type="radio"/>	<b>Zugewiesener Probandencode</b> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div>
<b>Datum:</b>	
<b>Uhrzeit:</b>	

#### Ausschlusskriterien

- |  |                                     |          |  |
|--|-------------------------------------|----------|--|
| 1. Wie alt sind Sie? _____ Jahre (mindestens 18 Jahre)   |                                     |          |  |
| 2. Geschlecht: _____ O weiblich O männlich O divers  |                                     |          |  |
| 3. Haben Sie ein gesundes, (fast) vollständiges Gebiss?  | Ja [ ]                              | NEIN [ ] |  |
|  | (Nein, wenn ≤ 20 natürliche Zähne!) |          |  |
| 4. (nur weiblich) Sind Sie schwanger oder stillen zurzeit?   | JA [ ]                              | Nein [ ] |  |
| 5. Tragen Sie eine feste Zahnsperre oder einen festen Retainer?<br>Falls Retainer vorhanden: Ist der Retainer unten?                               | JA [ ]                              | Nein [ ] |  |
|  | Ja [ ]                              | NEIN [ ] |  |
| 6. Rauchen Sie? (mindestens 5 Zigaretten pro Tag)  | JA [ ]                              | Nein [ ] |  |
| 7. Tragen Sie orale Piercings oder Zahnschmuck?  | JA [ ]                              | Nein [ ] |  |
| 8. Haben Sie Einschränkungen, welche sich auf die Ausübung Ihrer Mundhygiene auswirken (z.B. Schulterverletzung)?                                  | JA [ ]                              | Nein [ ] |  |
| 9. Leiden Sie unter einer akuten oder chronischen Erkrankung, die sich auf den Mundraum auswirkt; z.B. Diabetes, HIV, Essstörungen, Herpes?        | JA [ ]                              | Nein [ ] |  |
| 10. Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein, die sich auf die Mundhygiene auswirken; z.B. gegen Epilepsie, Herzkrankungen oder zur Immunsuppression? | JA [ ]                              | Nein [ ] |  |
| 11. Haben Sie innerhalb der letzten 4 Wochen eine professionelle Zahnreinigung oder eine Politur durchführen lassen?<br>{Bei „Ja“ Datum notieren!} | JA [ ]                              | Nein [ ] |  |
| 12. Sehr gute Deutschkenntnisse?   | Ja [ ]                              | NEIN [ ] |  |

Bei Angaben, die eigentlich zum Ausschluss führen, hier bitte Notizen machen:

(z.B. Termin der Zahnreinigung/Politur, Medikamente, ...)

---



---



---



---



---



---



---

## Anhang E

### Teilnahmeinformationen und –einwilligung 1/6

## Analyse des Zahnputzvorgangs

### Information zur Teilnahme

Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer,

Sie wurden bereits auf die Studie angesprochen. Der nachfolgende Text erläutert die Ziele und den Ablauf. Wenn Sie etwas nicht verstanden haben oder etwas unklar ist, können Sie uns jederzeit fragen. Bitte zögern Sie nicht, alle Punkte anzusprechen, die Ihnen unklar sind. Nach dem Durchlesen haben Sie genügend Zeit, sich zu überlegen, ob Sie an dieser Studie teilnehmen möchten.

Diese wissenschaftliche Untersuchung wird in den Räumlichkeiten der Medizinischen Psychologie der Justus-Liebig-Universität Gießen (JLUG) durchgeführt. Verantwortlich für die Durchführung der Studie ist Prof. Dr. Renate Deinzer der Universität Gießen. Die Studie erfolgt in Kooperation mit der Technischen Hochschule Mittelhessen (Abt. Prof. Sohrabi) und der Universität Kassel (Abt. Prof. Sick). Die Klinik für Zahnärztliche Prothetik der JLUG berät und unterstützt das IMP bei der Studiendurchführung.

Ihre Teilnahme an dieser wissenschaftlichen Studie ist freiwillig. Sie werden also nur dann einbezogen, wenn Sie dazu schriftlich Ihre Einwilligung erklären. Sofern Sie nicht an der wissenschaftlichen Studie teilnehmen oder später aus ihr ausscheiden möchten, erwachsen Ihnen daraus keine Nachteile.

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

Diese Studie dient der Entwicklung von automatisierten Methoden zur Beschreibung und Analyse des Zahnputzvorgangs mithilfe einer Forschungszahnbürste.

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

Am heutigen Termin putzen Sie sich vor einer Kamera die Zähne, damit wir später das Putzverhalten mit der Forschungszahnbürste analysieren können. Außerdem werden Sie von einem Zahnarzt untersucht. Am Schluss beantworten Sie noch einige Fragen rund um das Thema Zähneputzen auf einem Tablet.

Die Dauer des Untersuchungstermins beträgt ca. 1 Stunde und 15 Minuten.

#### 3. Welchen persönlichen Nutzen habe ich von der Teilnahme an der Studie?

Sie erhalten von uns als Entschädigung für Ihren Aufwand 25€, sofern Sie Ihren Termin vollständig und gewissenhaft wahrnehmen.

#### 4. Welche Risiken sind mit der Teilnahme an der Studie verbunden?

Mit dieser Studie verbundene Risiken sind nicht bekannt oder zu erwarten. Im Zuge der Untersuchung kann es zu leichten Blutungen des Zahnfleisches und zu kurzfristigen Missempfindungen kommen.

## Anhang E

*Teilnahmeinformationen und –einwilligung 2/6***5. Entstehen für mich Kosten durch die Teilnahme an der wissenschaftlichen Studie?**

Durch Ihre Teilnahme an dieser wissenschaftlichen Studie entstehen für Sie keine Kosten.

**6. Wer entscheidet, ob ich aus der wissenschaftlichen Studie ausscheide?**

Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahme beenden, ohne dass Ihnen dadurch irgendwelche Nachteile entstehen.

Wir werden, nachdem Sie diese Einwilligungserklärung unterschrieben haben, nochmals prüfen, ob ein Ausschlussgrund die Teilnahme verhindert.

Unter gewissen Umständen ist es aber auch möglich, dass die Studienleitung zu einem späteren Zeitpunkt entscheidet, Ihre Teilnahme an der wissenschaftlichen Untersuchung vorzeitig zu beenden, ohne dass Sie auf die Entscheidung Einfluss haben. Die Gründe hierfür können z.B. sein:

- Mögliche Einschränkungen oder Hindernisse in Bezug auf Ihre Mundhygiene, die zuvor nicht erfasst wurden (vgl. Ausschlusskriterien).
- Es wird die gesamte wissenschaftliche Studie abgebrochen.

**7. Was geschieht mit meinen Daten?**

Die Durchführung der Studie erfordert die Erhebung und Verarbeitung personenbezogener Daten. Diese Angaben werden jedoch nicht unter Ihrem Namen aufgeschrieben, ausgewertet und gespeichert, sondern unter einem Code. Dieses Verfahren nennt man Pseudonymisierung. **Daten und persönliche Angaben werden getrennt voneinander aufbewahrt und pseudonymisiert ausgewertet. Dritten ist eine Zuordnung der Daten zu Ihrer Person nicht möglich.** Es gibt strenge gesetzliche Bestimmungen zum Datenschutz an die wir uns genau halten.

Die Daten werden in Papierform sowie auf elektronischen Datenträgern im Institut für Medizinische Psychologie der Universität Gießen aufgezeichnet. Die erhobenen Daten dürfen zum Zwecke der wissenschaftlichen Auswertung weiterverarbeitet werden. Die Daten werden nach Beendigung oder Abbruch der Studie zehn Jahre aufbewahrt. Danach werden alle Daten gelöscht. In dieser Zeit haben Sie das Recht, die eigenen Daten selbst einzusehen. Sofern Sie die Studie abbrechen, können die Daten auf Ihren Wunsch hin gelöscht werden.

**Seit dem 25.05.2018 ist eine neue Datengrundschutzordnung (DS-GVO) in Kraft getreten. Hierfür erhalten Sie zusätzliche Informationen in Form einer Ergänzenden Probandeninformation. Wir bitten Sie diese ebenfalls zu lesen und zu unterschreiben.**

## Anhang E

*Teilnahmeinformationen und –einwilligung 3/6*

<b>Einwilligungserklärung</b>
-------------------------------

.....  
 Name der Probandin/ des Probanden in Druckbuchstaben

Geburtsjahr .....

Teilnehmer-Nr. ....

Ich habe mir anhand des ausgehändigten Aufklärungsbogens einen Überblick über das Forschungsvorhaben und den Ablauf der Studie verschafft und wurde von der Versuchsleitung

.....  
 Name der Versuchsleiterin/ des Versuchsleiters

unter der Leitung von

Prof. Dr. Renate Deinzer

.....  
 Name der Studienverantwortlichen

ausreichend und verständlich über die geplante Untersuchung informiert. Ich bin über Wesen, Bedeutung, Risiken und Tragweite der wissenschaftlichen Studie aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text der Probandeninformation sowie die hier nachfolgend abgedruckte Datenschutzerklärung gelesen und verstanden. Ich hatte die Gelegenheit, mit einem der untersuchenden Zahnärzte über die Durchführung der zahnärztlichen Untersuchung zu sprechen. Alle meine Fragen wurden zufriedenstellend beantwortet und ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden.

Möglichkeit zur Dokumentation zusätzlicher Fragen seitens des Probanden oder sonstiger Aspekte des Aufklärungsgesprächs:

---



---



---



---



---

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

## Anhang E

*Teilnahmeinformationen und –einwilligung 4/6*

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

**Außerdem erkläre ich, dass bei mir keine akuten oder chronischen Erkrankungen vorliegen bzw. ich die Versuchsleitung über folgende Erkrankungen oder Medikamenteneinnahmen informiert habe:**

---



---

Ein Exemplar der Teilnahme-Information und -Einwilligung habe ich erhalten. Ein Exemplar verbleibt im Institut für Medizinische Psychologie der Universität Gießen.

.....  
Name der Probandin/ des Probanden in Druckbuchstaben

.....  
Datum

.....  
Unterschrift der **Probandin/ des Probanden**

Ich habe das Aufklärungsgespräch geführt und die Einwilligung der Person eingeholt.

.....  
Name des Versuchsleiters/der Versuchsleiterin in Druckbuchstaben

.....  
Datum

.....  
Unterschrift des aufklärenden **Versuchsleiters/der Versuchsleiterin**

## Anhang E

*Teilnahmeinformationen und –einwilligung 5/6*

KKS Marburg: **Justus-Liebig-Universität Gießen**  
 Patienteninformation gemäß DS-GVOV02D03

---

**Ergänzende Information für Studienteilnehmer gemäß Europäischer  
 Datenschutz-Grundverordnung<sup>1</sup>**

**Analyse des Zahnputzvorgangs**

Hiermit möchten wir Sie über die in der **Datenschutz-Grundverordnung (= DS-GVO)** festgelegten Rechte informieren (Artikel 12 ff. DS-GVO):

**Rechtsgrundlage**

Die Rechtsgrundlage zur Verarbeitung der Sie betreffenden personenbezogenen Daten bilden bei klinischen Studien (einschließlich klinischer Prüfungen) Ihre freiwillige schriftliche Einwilligung gemäß DS-GVO sowie der Deklaration von Helsinki (Erklärung des Weltärztebundes zu den ethischen Grundsätzen für die medizinische Forschung am Menschen) und der Leitlinie für Gute Klinische Praxis. Bei Arzneimittel-Studien ist zusätzlich das Arzneimittelgesetz, bei Medizinprodukte-Studien das Medizinproduktegesetz anzuwenden.

**Bezüglich Ihrer Daten haben Sie folgende Rechte** (Artikel 13 ff. DS-GVO):

**Recht auf Auskunft**

Sie haben das Recht auf Auskunft über die Sie betreffenden personenbezogenen Daten, die im Rahmen der klinischen Studie erhoben, verarbeitet oder ggf. an Dritte übermittelt werden (Aushändigen einer *kostenfreien* Kopie) (Artikel 15 DS-GVO).

**Recht auf Berichtigung**

Sie haben das Recht Sie betreffende unrichtige personenbezogene Daten berichtigen zu lassen (Artikel 16 und 19 DS-GVO).

**Recht auf Löschung**

Sie haben das Recht auf Löschung Sie betreffender personenbezogener Daten, z.B. wenn diese Daten für den Zweck, für den sie erhoben wurden, nicht mehr notwendig sind oder Sie Ihre Einwilligung widerrufen, auf die sich die Verarbeitung Ihrer Daten stützt. Die Rechtmäßigkeit der aufgrund der Einwilligung bis zum Widerruf erfolgten Verarbeitung wird hiervon nicht berührt.“ (Artikel 7, 17 und 19 DS-GVO).

**Recht auf Einschränkung der Verarbeitung**

Unter bestimmten Voraussetzungen haben Sie das Recht, die Einschränkung der Verarbeitung zu verlangen, d.h. die Daten dürfen nur gespeichert, aber nicht verarbeitet werden. Dies müssen Sie beantragen. Wenden Sie sich hierzu bitte an Ihren Prüfer oder an den Datenschutzbeauftragten des Prüfzentrums (Artikel 18 und 19 DS-GVO).

**Im Falle der Berichtigung, Löschung, Einschränkung der Verarbeitung** werden zudem all jene benachrichtigt, die Ihre Daten erhalten haben (Artikel 17 Absatz 2 und Artikel 19 DS-GVO).

**Recht auf Datenübertragbarkeit**

Sie haben das Recht, die Sie betreffenden personenbezogenen Daten, die Sie dem Verantwortlichen für die klinische Studie bereitgestellt haben, zu erhalten. Damit können Sie beantragen, dass diese Daten entweder Ihnen oder, soweit technisch möglich, einer anderen von Ihnen benannten Stelle übermittelt werden (Artikel 20 DS-GVO).

**Widerspruchsrecht**

Sie haben das Recht, bei Vorliegen von Gründen, die sich aus Ihrer besonderen Situation ergeben, jederzeit gegen konkrete Entscheidungen oder Maßnahmen zur Verarbeitung der Sie betreffenden personenbezogenen Daten Widerspruch einzulegen (Artikel 21 DS-GVO). Eine solche Verarbeitung findet anschließend grundsätzlich nicht mehr statt.

<sup>1</sup> Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung)

## Anhang E

## Teilnahmeinformationen und –einwilligung 6/6

KKS Marburg: **Justus-Liebig-Universität Gießen**  
 Patienteninformation gemäß DS-GVOV02D03

**Einwilligung zur Verarbeitung personenbezogener Daten und Recht auf Widerruf dieser Einwilligung**

Die Verarbeitung Ihrer personenbezogenen Daten ist mit Ihrer Einwilligung rechtmäßig (Artikel 6 DS-GVO). Sie haben das Recht, Ihre Einwilligung zur Verarbeitung personenbezogener Daten jederzeit zu widerrufen. Die Rechtmäßigkeit der aufgrund der Einwilligung bis zum Widerruf erfolgten Verarbeitung wird hiervon nicht berührt (Artikel 7 Absatz 3 DS-GVO).

**Benachrichtigung bei Verletzung des Schutzes personenbezogener Daten („Datenschutzpannen“)**

Hat eine Verletzung des Schutzes personenbezogener Daten voraussichtlich ein hohes Risiko für Ihre persönlichen Rechte und Freiheiten zur Folge, so werden Sie unverzüglich benachrichtigt (Artikel 34 DS-GVO).

**Übermittlungen personenbezogener Daten an Drittländer oder an internationale Organisationen**

Bezug auf Artikel 44-50 DS-GVO

Möchten Sie eines dieser Rechte in Anspruch nehmen, wenden Sie sich bitte an Ihren Prüfer oder an den Datenschutzbeauftragten Ihres Prüfzentrums. Außerdem haben Sie das **Recht, Beschwerde bei der/den Aufsichtsbehörde/n einzulegen**, wenn Sie der Ansicht sind, dass die Verarbeitung der Sie betreffenden personenbezogenen Daten gegen die DS-GVO verstößt (siehe **Kontaktdaten**).

**Kontaktdaten Prüfzentrum**

**Datenschutzbeauftragte/r**

Axel P. Globuschütz

Ludwigstr. 23  
 35390 Gießen

0641-99 12230  
 datenschutz@uni-giessen.de

**Datenschutz-Aufsichtsbehörde**

Hessischer Beauftragter für Datenschutz  
 und Informationsfreiheit  
 Gustav-Stresemann-Ring 1  
 65189 Wiesbaden

Telefon: 0611-140 80  
 poststelle@datenschutz.hessen.de

**Datenschutz: Kontaktdaten der Studienleitung**

**Datenschutzbeauftragte/r**

Renate Deinzer

Klinikstr. 29  
 35392 Gießen

0641-99 45681  
 Renate.Deinzer@mp.jlug.de

**Datenschutz-Aufsichtsbehörde**

Der Hessische Beauftragter für  
 Datenschutz und Informationsfreiheit  
 Gustav-Stresemann-Ring 1  
 65189 Wiesbaden

Telefon: 0611-140 80  
 poststelle@datenschutz.hessen.de

**Für die Datenverarbeitung Verantwortliche**

Justus-Liebig Universität Gießen  
 Ludwigstraße 23  
 35390 Gießen  
 0641-99 0  
 praesident@uni-giessen.de

\_\_\_\_\_  
 Name in Druckschrift

\_\_\_\_\_  
 Datum

\_\_\_\_\_  
 Unterschrift Proband\*in

## Anhang F

### Instruktion für die psychologische Versuchsleitung 1/11

Instruktionen Beobachtungsraum für Psychologin  
Studie: Analyse des Zahnputzvorgangs

#### Vorbereitung für Untersuchung

- **Aufsteller und Schild aufstellen/aufhängen (To do Bottenbruch)**
- **Probandenunterlagen bereitlegen (To do Bottenbruch)**
- **Unterlagen aus dem Aufbereitungsraum holen (+ Freigabe Video 2 x)**
- **Rote Laufmappe mit allen benötigten Unterlagen pro Proband immer bei sich tragen (Datenschutz!)**
- **Termincodecheck mit Zahnarzt**

#### Vorbereitung Videoraum

- Waschtisch vorbereiten: Bürstenaufsatz, Zahnpasta, Becher, Utensilien für Approximalhygiene (Zahnseide, Sticks, Interdentalbürstchen, Special Floss), Papier, Desinfektion, Handzahnbürste für Demo Referenzmessung
- Waschtisch auf der Markierung platzieren/Stellung überprüfen
- Kontrollieren, ob Handschuhe und Desinfektionstücher bereitlegen
- Steckerleiste anstellen im Vorraum, dann PC anstellen und Headset bereitlegen
- Prüfen, ob alle technischen Geräte genug Akku haben:  
Tablet für Videoaufnahme, Tablet für Fragebogen, V1 (= Brushalyze/Forschungszahnbürste), Handy mit Brushalyze App
- Kopfgestelle auf der Fensterbank bereitlegen
- V1, Magnetometer bereitlegen
- Tablet zur Videoaufnahme anmachen, ins Stativ klemmen, Videokamera aufrufen und in den Standby Modus versetzen
- Handy anschalten, Brushalyze App starten, Probandencode (18xxx), Experiment: PUTZIS, Sequenz: (für Zähneputzen)/ 0-24 (für Sequenzaufnahme am Ende)
- V1 anschalten, App mit Gerät verbinden, dann nach Anweisung in der App kalibrieren

#### Vorbereitung vor jedem Probanden

**Das Programm „Mangold“ nach aktueller Anleitung einsatzbereit machen.**

Programmname „VSP“ – Szenario auswählen: PUTZIS – Kennnummer: 18xxx (Termincode)

## Anhang F

*Instruktion für die psychologische Versuchsleitung 2/11*

Instruktionen Beobachtungsraum für Psychologin  
Studie: Analyse des Zahnputzvorgangs

**Wenn der Proband an der Tür klingelt/vor der Tür steht**

- Begrüßung des Probanden, kurz mit Namen vorstellen
- Aus Datenschutzgründen erst fragen, ob die Person wegen der Studie hier ist, dann nach dem Namen fragen
- **Proband in den Raum R1 bringen:**

**„Wir beginnen in dem Raum dort hinten, wo die Tür bereits offensteht. Schön, dass es geklappt hat und Sie bei uns mitmachen!“**

- Psychologin klärt Ausschlusskriterien, Codes, Einwilligungen:

**„Zu Beginn klären wir ein paar Formalitäten. Dann beginnen wir unsere Untersuchungen. Sie werden heute von unserem Zahnarzt untersucht, dann putzen Sie sich vor einer Kamera die Zähne und am Ende beantworten Sie noch ein paar Fragen und lösen Aufgaben. Haben Sie zum Ablauf noch Fragen?“**

Falls ja: Fragen knapp beantworten.

**„Gut. Sie sollten in dem Fragebogen, über den Sie sich den heutigen Termin gebucht haben, einen persönlichen Code generieren. Wissen Sie Ihren Code noch?“** („Ja“ -> auf Kontaktblatt eintragen; „Nein“ -> „Dann versuchen wir, den Code anhand der Fragen wieder herzustellen“ [s. Kontaktblatt])

*Auf der Liste mit persönlichen Codes (rote Laufmappe) checken, ob der Code dabei ist. Falls nicht, nochmal nachhaken. Falls die Herstellung eines passenden Codes nicht gelingt, fortfahren.*

**„Zur Sicherheit möchte ich mit Ihnen noch einmal schnell ein paar Kriterien durchgehen!“**  
(Ausschlusskriterien prüfen; falls PZR/Politur: Termin notieren)

## Anhang F

*Instruktion für die psychologische Versuchsleitung 3/11*

Instruktionen Beobachtungsraum für Psychologin  
Studie: Analyse des Zahnputzvorgangs

**„Haben Sie die Teilnehmerinformation gelesen, die sich im Anhang unserer Bestätigungsmail befand?“**

Falls nein: „Dann habe ich hier die Teilnehmerinformation für Sie. Schauen Sie doch bitte nochmal drauf und sagen Sie mir Bescheid, wenn Sie fertig sind!“ - kurz rausgehen.

**„Haben Sie zur der Teilnehmerinformation noch Fragen?“**

Falls nein: Selbst die Unterschriften setzen, eine Version mitgeben, eine behalten.

**„Bevor wir jetzt loslegen muss ich Ihnen noch mitteilen, dass wir sehr streng standardisiert vorgehen. Das heißt, dass wir Ihnen vorgeschriebene Instruktionen geben, die wir teilweise ablesen, teilweise auswendig wiedergeben. Daran sind wir gebunden und wir können Ihnen leider während dieses Termins keine Fragen zu Zweck und Sinn einzelner Untersuchungen beantworten. Das gilt auch für unsere Zahnärzte. Lassen Sie sich nicht irritieren, das hat nichts mit Ihnen persönlich zu tun. Wir kommen auf Ihre Fragen am Ende der Studie gerne zurück. Haben Sie jetzt noch Fragen?“**

Falls nein:

**„Ok, super. Sie können all Ihre Sachen hierlassen. Ich werde den Raum abschließen. Hier kommt niemand rein. Nur ich selbst lege zwischendurch ein Tablet hier auf den Tisch, das war's aber auch. Wir kommen später wieder hierher zurück.“**

- Tür vor Augen des Probanden schließen und Türklinke nochmal testend drücken
- **Psychologin führt Teilnehmer in Raum Z1**

## Anhang F

## Instruktion für die psychologische Versuchsleitung 4/11

Instruktionen Beobachtungsraum für Psychologin  
Studie: Analyse des Zahnputzvorgangs

**Zahnputzvorbereitung**

(Die zahnärztliche Untersuchung dauert ca. 10-15 Minuten)



- Becher und Wasserflasche zum Spülen und Papiertücher checken
- Falls Wasserflasche leer: Im Vorbereitungsraum mit Leitungswasser auffüllen!
- Hygienehandschuhbox in entsprechender (eigener) Größe checken
- Zahnpasta bereitlegen (aus der Packung nehmen, Schutzverschluss lösen)
- Falls noch nicht geschehen: App mit V1 verbinden (V1 anschalten, Button „Gerät verbinden“ in der App klicken)
- Brushalyze kalibrieren (Button „Kalibrierung“ [Kalibrierung läuft nach 60 Min. ab!])
- Probandencode (18xxx/Studiename PUTZIS/Experiment 1 eingeben)
- Kopfgestelle auf der Fensterbank bereitlegen
- Magnetometer zur Synchronisation bereitlegen
- Brushalyze steht ohne Bürstenkopf, Bürstenkopf in Verpackung danebenlegen
- Handzahnbürste zum Vormachen der Kalibrierungsinstruktion bereitlegen

Hinweis: Aus hygienischen Gründen werden die letzten Vorbereitungen im Beisein des Probanden und mit Hygienehandschuhen durchgeführt (s. Seite 5; Wasser einschenken, Bürstenkopf V1 aus der Packung entnehmen und aufsetzen, Kopfgestell anpassen)! Es lohnt sich, die Handschuhe dann bis zum Abschluss der Zahnputzsituation anzubehalten und sie erst auszuziehen, wenn der Proband bei der zweiten zahnärztlichen Untersuchung ist (s. Seite 8).

## Anhang F

## Instruktion für die psychologische Versuchsleitung 5/11

Instruktionen Beobachtungsraum für Psychologin  
Studie: Analyse des Zahnputzvorgangs

### Wenn Proband nach 1. Untersuchung zurück

- Proband wird durch Psychologin eingewiesen (Hygienehandschuhe an!)

„Bitte folgen Sie mir in den Raum.“

Wie Sie sehen, haben wir hier ein paar Sachen aufgebaut. Hier sehen Sie unser Waschbecken mit dem Stativ und unserem Tablet. Das Tablet wird Sie gleich beim Zähneputzen aufnehmen. Auf dem Tisch steht ein Becher, in den ich Ihnen eben Wasser einschenke, das Sie zum Spülen nutzen können (spätestens hier Handschuhe anziehen: Wasser einschenken). Und ich setze Ihnen jetzt einen neuen Bürstenkopf auf die Zahnbürste (Bürstenkopf aus der Packung entnehmen, auf die Brushalyze setzen und Festigkeit prüfen). Bei diesem Waschbecken ist es so, dass es keinen Wasserhahn gibt. Sie können in das Spülbecken ausspucken und Wasser kippen. Vor dem Waschbecken haben wir eine Markierung angebracht. Ich würde Sie bitten, sich da jetzt schon mal hinzustellen. Wenn Sie dann gleich putzen, sollten Sie auf dieser Markierung bleiben. Zur Sicherheit nehmen wir Sie aber auch über diese beiden Seitenkameras auf (Auf die Seitenkameras in den Raumecken deuten).“

„Die Studie dient ja der Entwicklung von automatisierten Methoden zur Beschreibung und Analyse des Zahnputzvorgangs. Deswegen bitten wir Sie nun, sich mit dieser Bürste vor dem Tablet Ihre Zähne zu putzen. Das Tablet dient Ihnen als Spiegel. Uns dient es zur Videoaufnahme. Dabei zeichnen auch die in der Bürste verbauten Sensoren das Putzen auf. Dafür benötigen wir außerdem dieses Kopfgestell, damit die Sensoren in der Bürste wissen, wo die ist.“

Das Kopfgestell wird dem Probanden aufgesetzt (richtige Ausrichtung s. Foto S. 3)

Variabel: „Das Kopfgestell sollte gerade über Ihren Ohren abschließen.“ - „Jetzt muss ich noch ein weiteres Teil einstecken.“ - „Sitzt es bequem?“

„Ich muss jetzt noch die Höhe des Tablets richtig einstellen.“

1. **Höhe des Tablets kontrollieren** (Oberer Rahmen schließt mit Scheitel ab).

„Jetzt starte ich eben die Seitenkameras. Kleinen Moment.“

2. **Seitenkameras starten** (Mausklick auf REC, checken, ob Aufnahme läuft).

„Jetzt starte ich die Aufnahme auf dem Tablet.“

3. **Datenaufnahme in der App Brushalyze starten** (Handy liegt auf dem Tisch).

## Anhang F

## Instruktion für die psychologische Versuchsleitung 6/11

Instruktionen Beobachtungsraum für Psychologin  
Studie: Analyse des Zahnputzvorgangs

„Damit setze ich jetzt noch eben ein Synchronisationssignal.“

4. V1 und Synchronisationsgerät (Magnetometer) nehmen, grünes Synchronisationssignal ins Tablet geben. (V1 wieder in den Sockel stellen, Magnetometer beiseitelegen)

„So! Bevor Sie mit dem Putzen richtig anfangen, benötigen wir eine Referenzmessung. Dafür müssen Sie einmal mit der Zahnbürste im Oberkiefer vom linken hinteren Backenzahn zum rechten hinteren Backenzahn entlangfahren. So wie ich Ihnen das jetzt zeige (Gerne mit Stift oder Zahnbürste trocken vormachen). Verstehen Sie, wie ich das meine? (Falls „Nein“ nochmal zeigen) Gut. Dann sage ich gleich „Jetzt!“ und Sie fahren mit der Bürste einmal vom linken hinteren Backenzahn zum rechten hinteren Backenzahn. Sind Sie bereit? (Markierung in der App setzen [Symbol: 🕒]) Jetzt! (Nach Ende der Bewegung die nächste Markierung setzen, Datenaufnahme einfach weiterlaufen lassen, Handy auf dem Tisch liegen lassen!)

Jetzt kann das Zähneputzen gleich losgehen. Ich werde währenddessen im Nebenraum sein. Ich kann Sie draußen über die Sprechanlage hören und über ein Mikrofon mit Ihnen sprechen. Wenn ich rausgehe, also, wenn ich die Tür hinter mir schließe, können Sie sich schon mal fürs Zähneputzen bereitmachen. Nehmen Sie dafür die Zahnbürste, die Zahnpasta und was Sie sonst noch brauchen. Zum Spülen können Sie das Wasser aus dem Becher benutzen.

Bitte fangen Sie erst mit dem Zähneputzen an, wenn ich Sie über die Sprechanlage dazu auffordere. Wenn Sie fertig sind, sagen Sie einfach „Fertig!“. Ich kann Sie über die Mikrofone hören. War das verständlich, was Sie jetzt tun sollen? (Proband: „Ja!“). Die Aufnahme auf dem Tablet ist die Wichtige für uns. Bleiben Sie also bitte die ganze Zeit im Bild, wenn Sie sich gleich die Zähne putzen.“ (Stehen bleiben und die folgende Instruktion geben:)

- **1. Instruktion im Raum geben**

„Dann gehe ich jetzt raus. Ich werde Sie gleich auffordern, Ihre Zähne so GRÜNDLICH WIE MÖGLICH zu reinigen, so, dass sie GANZ SAUBER sind!“

- Raum verlassen

## Anhang F

## Instruktion für die psychologische Versuchsleitung 7/11

Instruktionen Beobachtungsraum für Psychologin  
Studie: Analyse des Zahnputzvorgangs

- Vor dem Sprechen das Mikrofon mit der Maus anklicken und **halten**. (*Kopfhörer und Mikrofon verwenden!*)
- Achtung Latenzzeit: Beim Klicken-Halten eine Sekunde warten, um Übertragung sauber zu gestalten.

„Hören Sie mich?“ (Proband: „Ja!“)

„Sind Sie bereit?“ (Proband: „Ja!“)

„Stehen Sie auf der Markierung und ist Ihr Gesicht im Tablet zu sehen?“ (Proband: „Ja!“)

- **2. Instruktion über Mikro geben**

„Ok, dann... Reinigen Sie Ihre Zähne so GRÜNDLICH WIE MÖGLICH, so, dass sie GANZ SAUBER sind! Bitte beginnen Sie jetzt.“

Darauf achten, dass die Person von den Eckkameras aufgezeichnet wird und ggf. Nachjustieren der Kameras über den Joystick oder die Maus!

Wenn Proband „Fertig!“ sagt, nachfragen: „Sie sind fertig?“, nach Bestätigung:

„Alles klar. Ich bin gleich bei Ihnen.“

- Aufnahme der Seitenkameras stoppen (Mausklick auf „Stop“)
- In den Beobachtungsraum gehen

„Sie können alles stehen und liegen lassen.“

- V1 nehmen und Synchronisationssignal in die Kamera geben
- Tabletaufnahme beenden
- Datenaufnahme in der App beenden

„Sie können das Kopfgestell abnehmen und mir geben. Danke.“

- Kopfgestell neben die Zahnputzutensilien legen (wird nochmal gebraucht)

„Ich bringe Sie jetzt zurück zu unserem Zahnarzt.“

- **Teilnehmer zurück in Raum Z1 führen (Zeit ca. 10 - 15 Min.)**

## Anhang F

*Instruktion für die psychologische Versuchsleitung 8/11*


Instruktionen Beobachtungsraum für Psychologin  
Studie: Analyse des Zahnputzvorgangs

- Waschbecken grob säubern, grob Ordnung schaffen, V1 grob säubern
- V1 und Bürstenkopf so belassen, da noch eine Nachputzung erfolgt
- Handschuhe ausziehen
- Stativ mit Tablet beiseite stellen (für die Nachputzung darf kein Spiegel zur Verfügung stehen!)
- Kalibrierung und alle Akkus checken!
- Für Nachputzung die Permutation aus der Liste herausuchen und Sequenznummer 0 - 24 unter Sequenz-ID eintragen – geforderte Reihenfolge so zurechtlegen, dass sie eingehalten werden kann (notieren auf Spickzettel z.B.)

**Vorbereitung des Tablets für die Befragung**

- Das Tablet für die Befragung vorbereiten:
- SoSciSurvey aufrufen ([www.soscisurvey.de/PUTZIS\\_Labor](http://www.soscisurvey.de/PUTZIS_Labor)) und die Probandennummer (1800x) sowie den persönlichen Code eingeben
- Angaben zur Approximalhygiene machen (s. SoSciSurvey)
- Tablet, PegBoard und Stopp-Uhr (Handy) in R1 bereitlegen (daran denken, den Raum wieder zuzuschließen!)

Zusatz, wenn Zeit ist, sonst muss dieser Schritt dringend am Ende durchgeführt werden:

- USB-Stick mit USB-C Aufsatz ins Tablet stecken und Probandenvideo auf den Stick kopieren; währenddessen:
- Lokaler Datenträger – PUTZIS – Automatisch angelegter Ordner mit „Uhrzeit-Datum-Probandencode“ – darin sind die beiden Videos der Seitenkameras
- Diesen automatisch angelegten Ordner umbenennen zu „18xxx“
- Die darin befindlichen Videos umbenennen zu „18xxx Kamera 1“ und „18xxx Kamera 2“ (Kamera 1 = Aufnahme aus vorderer Raumecke - Türseite; Kamera 2 = hintere Raumecke - Fensterseite)
- USB-Stick in den Computer stecken und Tabletvideo in den Probandenordner zu den anderen beiden Videos kopieren (Umbenennung zu „18xxx Tablet“)
- Video auf dem Stick löschen
- Auf dem Handy Daten-Upload innerhalb der App (Symbol: )
- Probandenvideos am Ende des Tages (nach Prüfung auf Vorhandensein und Funktionsfähigkeit auf dem Computer) alle vom Tablet löschen

## Anhang F

*Instruktion für die psychologische Versuchsleitung 9/11*

Instruktionen Beobachtungsraum für Psychologin  
Studie: Analyse des Zahnputzvorgangs

**Wenn Proband nach 2. Untersuchung zurück**

„Jetzt gehen wir wieder in den Raum vom Anfang (aufschließen!). Nehmen Sie bitte Platz! Sie sehen hier vor Ihnen ein kleines Kästchen mit Steckern. Diese Stecker gehören der Reihe nach in die Öffnungen auf dem Kästchen. Ich werde Ihnen gleich 45 Sekunden Zeit geben, mit ihrer dominanten Hand so viele Stecker wie möglich einzusetzen. Stecken Sie Reihe für Reihe ein, immer von links nach rechts. Sie dürfen keine Öffnung überspringen. Bitte benutzen Sie nur die eine Hand, die andere legen sie auf den Schoß. Haben Sie dazu Fragen? (Abwarten) Gut. Sind Sie bereit? Achtung - fertig - los! (Nach 45 Sekunden „Stopp!“ sagen und die Anzahl der platzierten Stecker in SosciSurvey notieren). Jetzt machen Sie bitte das gleiche nochmal, nehmen aber diese Pinzette zum Einstecken (Pinzette reichen). Bereit? (Abwarten) Achtung - fertig - los! (Nach 45 Sekunden „Stopp!“ sagen und die Anzahl der platzierten Stecker in SosciSurvey notieren).“

„Super, dankeschön!“

Die nächste Seite auf SosciSurvey aufrufen und das Tablet dem Probanden geben:

„Jetzt möchte ich Sie bitten, auf diesem Tablet einen Fragebogen auszufüllen. Der Fragebogen ist bereits auf dem Tablet aufgerufen. Falls irgendetwas unklar ist oder Sie mit der Eingabe nicht zurechtkommen, bin ich draußen auf dem Flur. Holen Sie mich einfach wieder rein, wenn Sie fertig sind.“

- Psychologin wartet auf dem Flur

„Sie sind fertig? Prima. Dann gehen wir zum Abschluss noch einmal zur Forschungszahnbürste zurück.“

**Zum Beobachtungsraum zurückgehen**

„Ich möchte Sie bitten, nochmal in kurzen Sequenzen Ihre Zähne zu putzen und zwar mit bestimmten Putzbewegungen, die ich Ihnen vorgebe. Sie kennen das ja jetzt schon: Bitte setzen Sie noch einmal das Kopfteil auf und nehmen Sie sich die Zahnbürste. Den Spiegel gibt es dieses Mal nicht, trotzdem werde ich eine Aufnahme machen. (Aufnahme auf dem umgedrehten Tablet starten, Sequenz-ID 0 - 24 prüfen, Datenaufnahme starten) Diese vorgegebenen Sequenzen helfen der Bürste ebenfalls beim Lernen. Ich werde Ihnen sagen, was zu tun ist und Stopp sagen, wenn Sie aufhören können. Sind Sie bereit?“

## Anhang F

*Instruktion für die psychologische Versuchsleitung 10/11*

Instruktionen Beobachtungsraum für Psychologin  
Studie: Analyse des Zahnputzvorgangs

Synchronisationssignal setzen, Handy für Marker in der Hand behalten; vorgegebene Reihenfolge anhand der Liste für diesen Probanden beachten!

- A) „Bitte putzen Sie jetzt Ihre Zahnaußenflächen mit kreisenden Bewegungen und zwar solange, bis ich Stopp sage! Und los!“ (15 Sekunden, Marker setzen)
- B) „Bitte putzen Sie jetzt Ihre Zahnaußenflächen mit waagerechten Bewegungen und zwar solange, bis ich Stopp sage! Und los!“ (15 Sekunden, Marker setzen)
- C) „Bitte putzen Sie jetzt Ihre Zahnaußenflächen mit senkrechten Bewegungen und zwar solange, bis ich Stopp sage! Und los!“ (15 Sekunden, Marker setzen)
- D) „Bitte putzen Sie jetzt Ihre Zahninnenflächen mit waagerechten Bewegungen und zwar solange, bis ich Stopp sage! Und los!“ (15 Sekunden, Marker setzen)
- E) „Bitte putzen Sie jetzt Ihre Zahninnenflächen mit senkrechten Bewegungen und zwar solange, bis ich Stopp sage! Und los!“ (15 Sekunden, Marker setzen)
- F) „Bitte putzen Sie jetzt Ihre Kauflächen mit waagerechten Bewegungen und zwar solange, bis ich Stopp sage! Und los!“ (15 Sekunden, Marker setzen)

(Aufnahme auf dem Tablet stoppen, Datenaufnahme stoppen, Kopfteil & V1 zurücklegen lassen) „Super! Dankeschön! Wir möchten Ihnen gerne noch die Zahnpasta mitgeben. Dann gehen wir jetzt in den Raum zurück, in dem Ihre Sachen liegen.“

(Falls der Proband fragt – und nur dann! -, ob er sich wegen der Anfärbung nochmal die Zähne putzen könne: Handzahnbürste mitgeben und auf die Toiletten im Gebäude verweisen!)

### Verabschiedung im Anfangsraum

„Zuletzt möchte ich Sie noch fragen, ob wir Ihre Videoaufnahmen bei wissenschaftlichen Vorträgen und zur Schulung verwenden dürfen. Die Augenpartien würden natürlich geschwärzt werden. Sie müssen nicht einwilligen - Sie würden uns aber bei der Demonstration unserer wissenschaftlichen Arbeit helfen.“ EInverständnis Video für Vortragszwecke (2x)

„Haben Sie uns das ausgefüllte Kontodatenformular bereits zurückgeschickt? (Nein? „Dann schauen Sie nochmal in Ihre Terminbestätigung und senden Sie es an die E-Mailadresse von Frau Bottenbruch zurück!“/ Ja? „Super, dann werden Ihnen die 25€ zeitnah überwiesen!“).


„Damit sind wir fertig. Vielen Dank, dass Sie teilgenommen haben. Alles Gute für Sie!“

(Proband soweit wie notwendig zur Tür zurückbringen)

## Anhang F

### *Instruktion für die psychologische Versuchsleitung 11/11*

#### Instruktionen Beobachtungsraum für Psychologin Studie: Analyse des Zahnputzvorgangs

- Wenn der Proband weg ist, Probandenunterlagen in die Tagesmappe im Vorbereitungsraum legen!
- Videos auf Computer speichern + Daten-Upload innerhalb der App (Symbol: )
- Eintrag ins Laborbuch vornehmen (Termin Datum&Uhrzeit, Termincode, pers. Code, Sequenzabfolge/Sequenz-ID der Nachputzung, Auffälligkeiten)
- Alles für den nächsten Probanden vorbereiten

#### **Nach dem letzten Probanden an dem Tag!**

- Tagesmappe wird von Frau Bottenbruch mitgenommen und weiterbearbeitet (Kontodaten checken und an Herrn Müller weitergeben, Einverständnisse in entsprechende Ordner sortieren)
- Desinfektion der wasserabführenden Schläuche: 2x Spender betätigen, Behälter mit Wasser auffüllen und in Abfluss geben.
- Kanister leeren
- Mundhygienehilfsmittel wischdesinfizieren
- Alle Geräte säubern und verschließen
- Programm schließen, PC herunterfahren, Steckerleiste ausschalten und Licht ausschalten
- Notizen aus dem Laborbuch abschreiben und als Mail an labor@psycho.med.uni-giessen.de senden

**Anhang G***Fragebogen der Laboruntersuchung, Seite 1*

PUTZIS Labor

Seite 01

**Von Psychologinnen/Psychologen auszufüllen:**Termincode (18xxx): Persönlicher Code (SÜL12): **Wurde Approximalhygiene im Labor durchgeführt?**

- Ja  
 Nein

**Welche Utensilien zur Approximalhygiene wurden benutzt?**

- Zahnseide (Elmex)  
 Interdentalbürsten (Elmex)  
 Sticks (Easy Pick)  
 Special Floss (Meridol)

**Wieviele Stecker konnten jeweils in 45 Sekunden im PegBoard gesetzt werden?**Anzahl Stecker per Hand: Anzahl Stecker per Pinzette:

## Anhang G

Fragebogen der Laboruntersuchung, Self-perceived oral cleanliness (SPOCn)

---

Seite 02

Im Folgenden finden Sie verschiedene Fragen zum Zähneputzen.

Beachten Sie bitte: Es gibt **keine richtigen oder falschen Antworten** und **keine guten oder schlechten**.

Wichtig ist, dass Sie auswählen, was für Sie am besten zutrifft.

---

Seite 03

**Schätzen Sie bitte ein, wie sauber Sie gerade Ihre Zähne geputzt haben.**

*Bewegen Sie den Schieberegler, um Ihre Einschätzung zwischen „gar nicht sauber“ und „ganz sauber“ abzugeben.*

**Meine Zähne sind jetzt...**

▲ gar nicht sauber \_\_\_\_\_ ganz sauber

## Anhang G

*Fragebogen der Laboruntersuchung, Self-perceived oral cleanliness (SPOCd)*

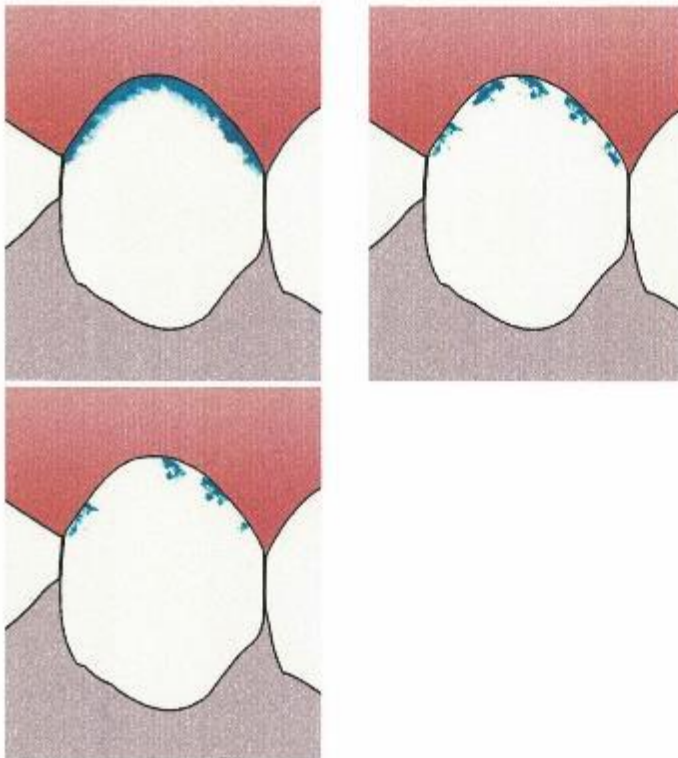
---

**Selste 04**

Ziel des Zähneputzens ist es, die Zähne vollständig von Zahnbelägen (Plaque) zu befreien.

Auch wenn sich Zahnbeläge nur am Zahnfleischrand befinden, ist ein Zahn nicht sauber.

Alle drei abgebildeten Zähne sind nicht sauber.



## Anhang G

*Fragebogen der Laboruntersuchung, Self-perceived oral cleanliness (SPOCd)*

---

Seite 05

Auf der folgenden Abbildung sehen Sie nun, wie solche Zahnbeläge erfasst werden:

- Der Bereich am Zahnfleischrand wird in vier Felder unterteilt.
- Für jedes **einzelne** Feld wird notiert, ob sich noch Belag darin befindet oder nicht.
- Dies erfolgt sowohl an den Zahnaußenflächen als auch an den Zahninnenflächen.



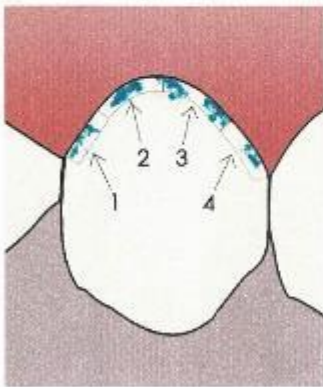
## Anhang G

*Fragebogen der Laboruntersuchung, Self-perceived oral cleanliness (SPOCd)*

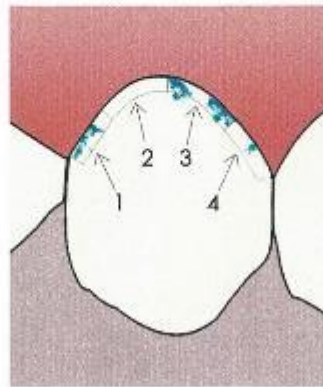
Seite 06

Das Ergebnis der Untersuchung könnte z. B. so aussehen:

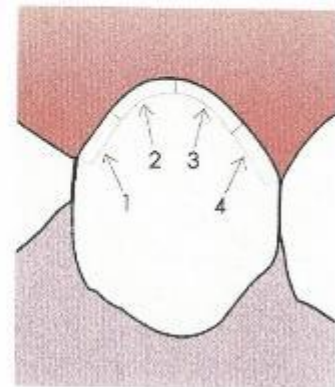
KEIN Feld sauber



Feld Nummer 2 sauber



ALLE Felder sauber



## Anhang G

*Fragebogen der Laboruntersuchung, Self-perceived oral cleanliness (SPOCd)*

---

Seite 07

Was denken Sie: Wie sauber haben Sie gerade Ihre Zähne geputzt? Haben Sie alle Felder erreicht?

Im Folgenden werden nacheinander verschiedene Bereiche in Ihrem Mund abgefragt:

- Ober- und Unterkiefer
- Außen- und Innenflächen der Zähne
- rechte und linke Seite
- Backenzähne und vordere Zähne

**Bitte achten Sie darauf, immer nur zu diesem Bereich zu antworten!**



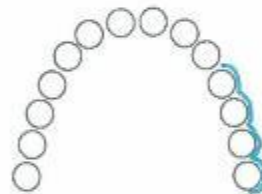
## Anhang G

## Fragebogen der Laboruntersuchung, SPOCd – Beispiel 2/2

Jetzt geht es um die **Außenseiten** Ihrer Zähne im **Unterkiefer**.

### Außenflächen Unterkiefer

Backenzähne **rechts**



Bei 4 Feldern pro Zahn ergeben sich für 4 Backenzähne 16 Felder.

**Schätzen Sie ein, wieviele Felder Sie gerade unten rechts von außen sauber geputzt haben.**

*Bewegen Sie den Schieberegler, um Ihre Einschätzung zwischen „keines sauber“ und „alle sauber“ abzugeben.*

#### Saubere Felder

▲ keines sauber \_\_\_\_\_ alle sauber

**Anhang H**

*Grooved PegBoard*



## Anhang I

### Einteilung der Verhaltensbeobachtung und ICCs der Doppelbestimmungen

Kategorie	Beobachterin und Beobachter			
	NB	CB	ES	NA
Zahnkontaktzeit	$n = 45$ ICC [CB/NB]* = 1	$n = 45$ ICC [NB/CB]* = 1		
Flächen			$n = 45$ ICC [NA/ES]* vest.= .899 okkl.= <b>.186</b> oral = <b>.473</b>	$n = 45$ ICC [ES/NA]* vest.= .993 okkl.= .996 oral = .998
Sextanten	$n = 64$ ICC [ES/NB&NA]** Sex. 1 = .970 Sex. 2 = .888 Sex. 3 = .987 Sex. 4 = <b>.656</b> Sex. 5 = .909 Sex. 6 = .939			$n = 26$
Bewegungen	$n = 90$ ICC [WP/NB]** kreis. = <b>.701</b> (.960)*** horiz. = .932 vertik. = .943 FK BT = .998			

*Anmerkung.*  $n$  = Anzahl der beobachteten Videos in einer Kategorie. ICC = Intraklassenkorrelation der Doppelbestimmung aus 5 Videos. [XX/XY]\* = XX hat vier oder fünf Videos aus dem Videopool von XY doppelbestimmt. [XX/XY]\*\* = XX hat 10 Videos aus dem Videopool von XY doppelbestimmt. (.960)\*\*\* = Bei Ausschluss eines kritischen Videos. Vest. = vestibulär. Okkl. = okklusal. Kreis. = kreisend. Horiz. = horizontal. Vertik. = vertikal. FK BT = Formenkreis Basstechnik.

## Anhang J

### Bland-Altman-Plots zur Vergleichbarkeit der Varianten KI-okklusal und KI-lateral 1/2

#### Überprüfung der Vergleichbarkeit zweier Varianten im Flächenrating PUTZIS

Variante 1: bei Unstimmigkeit ES/NA wird okklusal geratet

Variante 2: bei Unstimmigkeit ES/NA wird lateral geratet

#### Korrelationen

(Pearson und Spearman-Rho annähernd gleich)

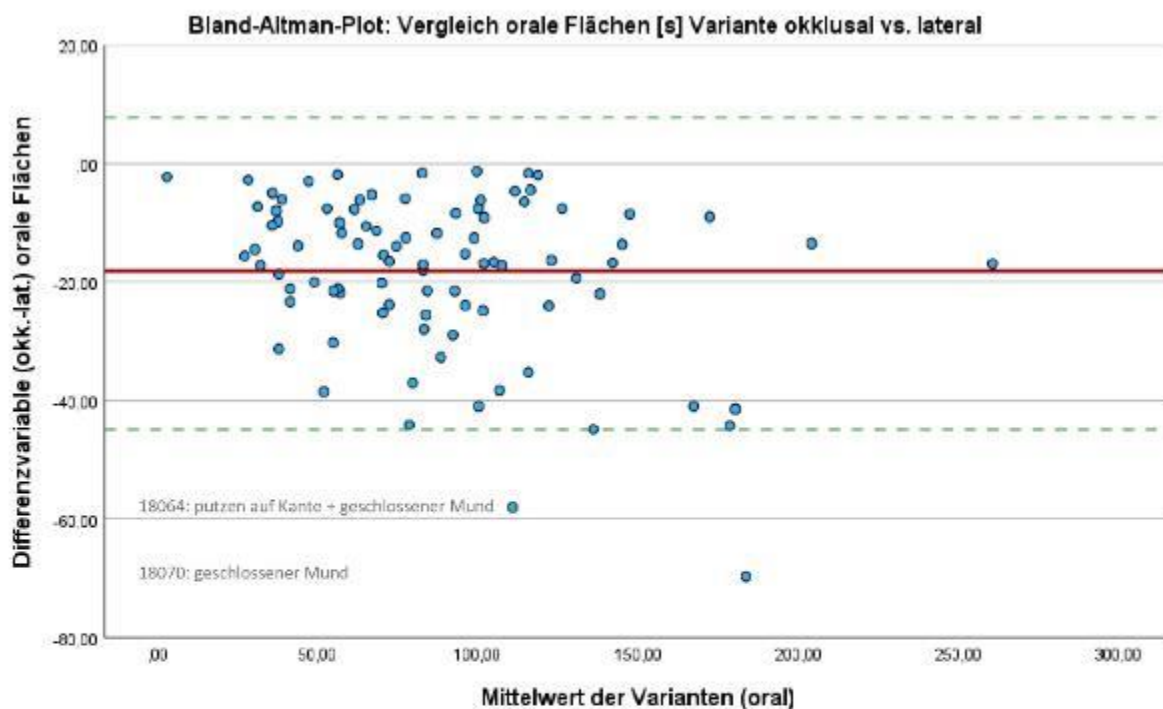
$$r_{(\text{oral\_V1xV2})} = .961 \quad (p < .001)$$

$$r_{(\text{okklusal\_V1xV2})} = .866 \quad (p < .001)$$

$$r_{(\text{vestibulär\_V1xV2})} = .963 \quad (p < .001)$$

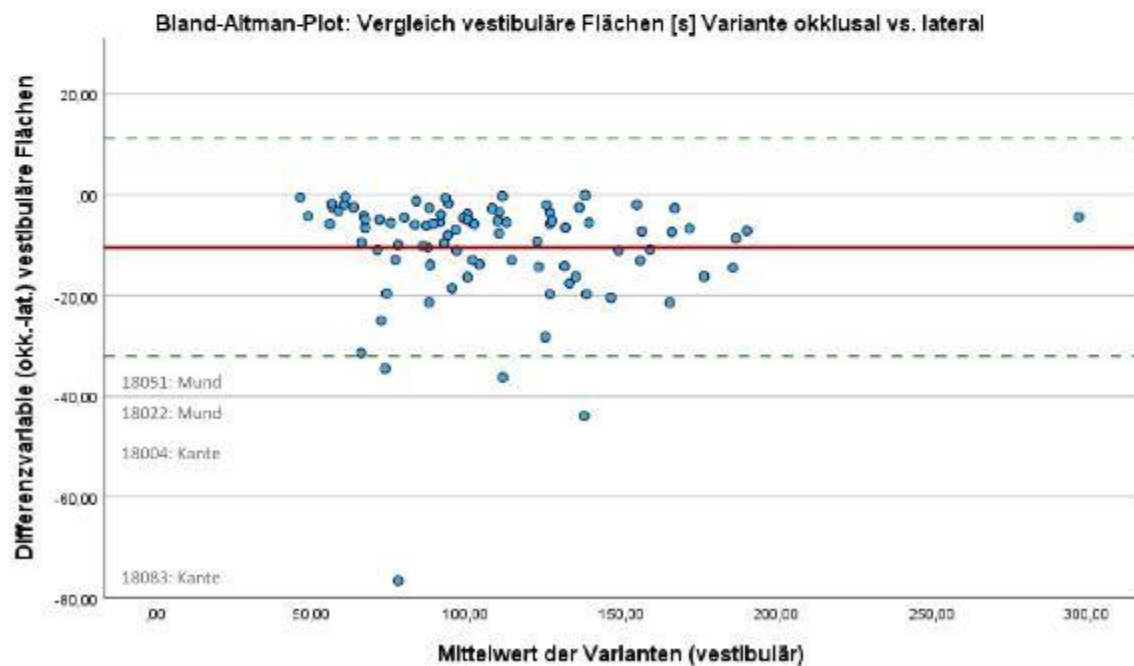
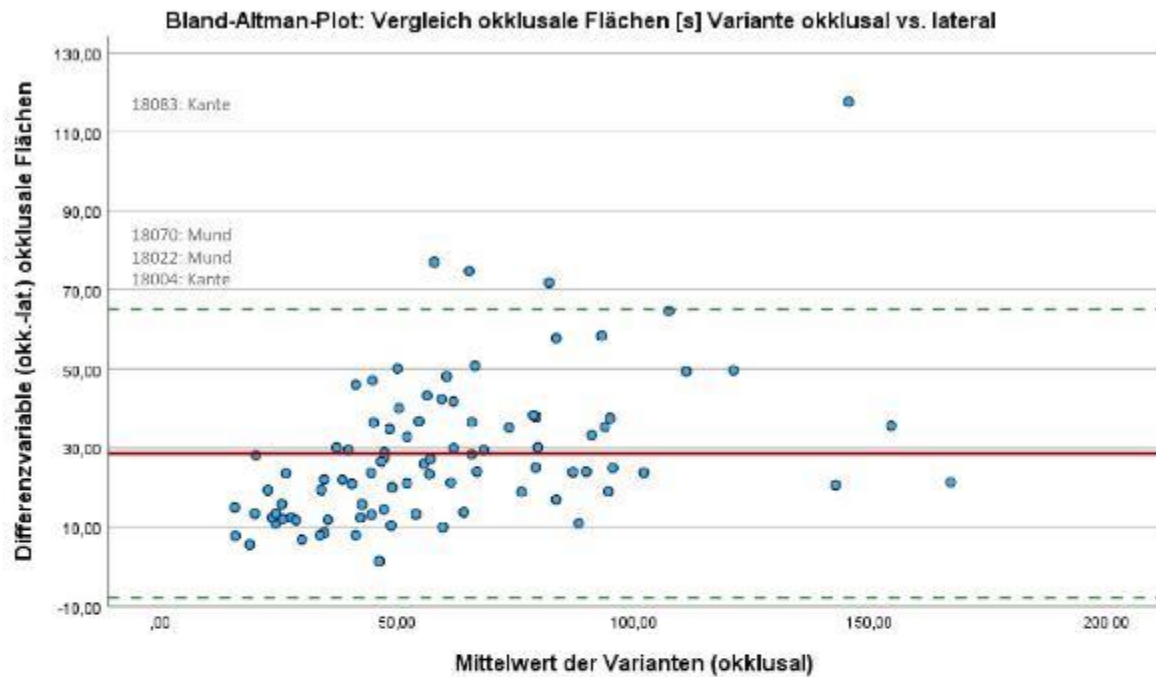
#### Bland-Altman-Plots

Hinweis: Keine Normalverteilung der Differenzvariablen gegeben.



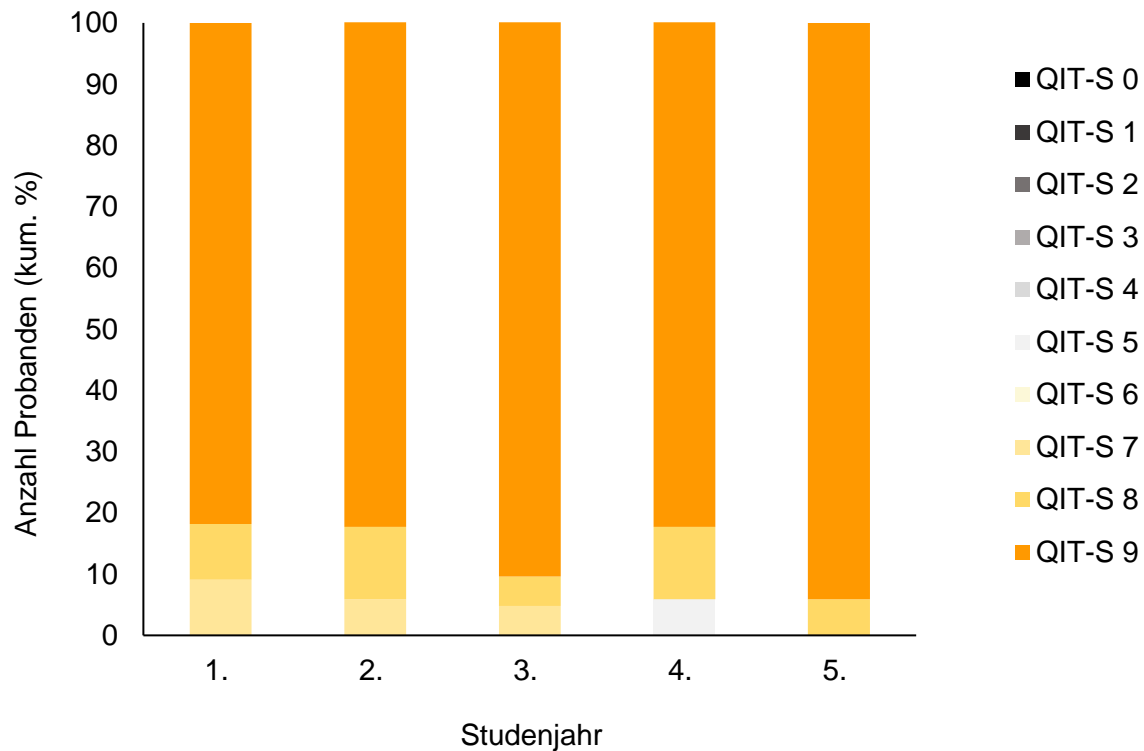
## Anhang K

## Bland-Altman-Plots zur Vergleichbarkeit der Varianten KI-okklusal und KI-lateral 2/2



## Anhang K

Anzahl Probanden (%) pro Wert im QIT-s (vestibulär)



Anmerkung. 1. Studienjahr:  $n = 11$ ; 2. Studienjahr:  $n = 17$ ; 3. Studienjahr:  $n = 21$ ; 4. Studienjahr:  $n = 17$ ; 5. Studienjahr:  $n = 16$ . QIT-S = 0: Kein Sextant wurde mehr als 1 Sekunde geputzt; 1: Ein Sextant wurde mindestens 1 Sek. geputzt; 2: Zwei Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt; 3: Drei Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt; 4: Vier Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt; 5: Fünf Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt; 6: Alle Sextanten wurden mind. 1 Sek. geputzt; 7: Alle Sextanten wurden mind. 3.5 Sek. geputzt; 8: Alle Sextanten wurden mind. 5. Sek. geputzt; 9: Alle Sextanten wurden mind. 7.5 Sek. geputzt.

### Publikationsverzeichnis

Bottenbruch, C., Weik, U., Berneburg, N., Eidenhardt, Z., Deinzer, R. Developing toothbrushing skills and awareness during dental school – A cross-sectional study. *Posterpräsentation*. IADR, New Orleans (2024).

Deinzer, R., Eidenhardt, Z., Sohrabi, K. et al. It is the habit not the handle that affects tooth brushing - a randomised counterbalanced cross over study with young and healthy adults. *BMC Oral Health*, 24 (1), 757 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04538-6>

### Ehrenwörtliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig 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, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde.

Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

---

Ort/Datum

---

Unterschrift