

# **Erlernbarkeit der Anwendung von Zahnseide**

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

vorgelegt von Schmidt, Sophie-Charlotte Verena  
aus Siegen

Gießen 2024

**Aus dem Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen**  
Aus der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde, Parodontologie und Endodontologie des  
Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Gutachterin: Prof. Dr. Carolina Ganss

Gutachter: Prof. Dr. Peter Rehmann

Tag der Disputation: 09.07.2024

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Ziel der Untersuchung .....	3
<b>2</b>	<b>Untersuchte Probandengruppe, Materialien und Methoden</b> .....	<b>3</b>
2.1	Probanden .....	4
2.2	Informed Consent .....	5
2.3	Durchführung der Studie .....	5
2.3.1	Videoaufzeichnung der Zahnseideanwendung.....	6
2.3.2	Fragebögen .....	6
2.3.3	Ausstattung/ Vorrichtung.....	7
2.3.4	Instruktionsvideo.....	7
2.3.5	Persönliche Instruktion .....	7
2.3.6	Ablauf/ Ablaufschema .....	8
2.4	Videoauswertung.....	11
2.5	Qualitätskontrolle und Datenmanagement .....	15
2.5.1	Kalibrierung.....	15
2.5.2	Dokumentation.....	15
2.5.3	Statistik und Fallzahlberechnung.....	16
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>24</b>
4.1	Literaturübersicht.....	24
4.2	Diskussion des Studiendesigns.....	33
4.2.1	Codiersystem.....	35
4.3	Diskussion der Ergebnisse .....	36
4.4	Ausblick .....	41
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>42</b>
<b>5</b>	<b>Summary</b> .....	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>46</b>

<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>47</b>
<b>9</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>53</b>
<b>10</b>	<b>Publikationsverzeichnis.....</b>	<b>63</b>
<b>11</b>	<b>Ehrenwörtliche Erklärung.....</b>	<b>64</b>
<b>12</b>	<b>Danksagung .....</b>	<b>65</b>

# 1 Einleitung

Die Mundhygiene ist ein entscheidender Faktor für die Gesundhaltung der oralen Hart- und Weichgewebsstrukturen. Neben der regelmäßigen Applikation von Fluoriden dient sie der mechanischen Entfernung von Plaque. Dieser Tatsache wird in Deutschland dadurch Rechnung getragen, dass es durch die Krankenkassen und das Gesundheitsamt bundesweit für die Bevölkerung kostenfreie Prophylaxeprogramme gibt, welche in regelmäßigen Abständen sowohl im privaten (Zahnarztbesuch) als auch im öffentlichen Bereich (Kindergärten, Schulen) Untersuchungen, Mundhygiene-Aufklärungen und Präventionsmaßnahmen umfassen. Nach Vollendung des 18. Lebensjahrs sind keine fortwährenden Maßnahmen vorgesehen, da angenommen wird, dass mit Erreichen der Adoleszenz eine ausreichende Mundhygiene erlernt wurde. Die Durchführung weiterer Prophylaxemaßnahmen ist, bis auf die jährliche Entfernung von Zahnstein bei gesetzlich Versicherten im Rahmen der Kontrolluntersuchung, nicht vorgesehen und somit auf Basis von privater Zuzahlung eigenverantwortlich umzusetzen.

Ein seit langer Zeit etabliertes und weit verbreitetes Hilfsmittel zur Plaqueentfernung ist die Zahnbürste (Löe 2000), welche die Approximalflächen jedoch nur unvollständig erreicht. Daher werden ergänzend Hilfsmittel wie Zahnseide oder Interdentalbürsten empfohlen. Es ist biologisch plausibel, dass die mechanische Entfernung der interdentalen Plaque zur Vermeidung von plaque-assoziierten Erkrankungen beitragen kann, die Datenlage zur Effektivität von Zahnseide in Bezug auf Karies- und Gingivitisreduktion ist jedoch unklar (Hujoel et al. 2006; Sambunjak et al. 2011; Berchier et al. 2008). Allerdings ist in nahezu allen in diese Übersichtsarbeiten einbezogenen Studien weder die Art der Instruktion zur Anwendung der Zahnseide beschrieben, noch wurde beobachtet, inwieweit die Teilnehmer in der Lage waren, Zahnseide überhaupt richtig anzuwenden. Dass die regelmäßige professionelle Anwendung von Zahnseide bei Kindern zu einer effektiven Reduktion von Approximalkaries geführt hat, während die Selbstanwendung keinen Effekt zeigte (Hujoel et al. 2006) weist darauf hin, dass diese methodischen Schwächen möglicherweise existierende Effekte der Interdentalraumhygiene maskieren. Korrektes Flossing ist ein motorisch komplexer Vorgang, welcher, wie sich durch Studien gezeigt hat, mehrheitlich nicht korrekt durchgeführt werden kann (Winterfeld et al. 2015). Es liegt daher der Schluss nahe, dass die restringierten Effekte des Flossings auf mangelnder Umsetzung anstelle von tatsächlicher Nutzlosigkeit beruhen.

## Einleitung

Aufgrund der limitierten wissenschaftlichen Evidenz wird das Thema Interdentalhygiene in den deutschen und internationalen Medien kontrovers diskutiert. Die Leitlinie „Grundlegende Empfehlungen zur Kariesprophylaxe im bleibenden Gebiss“ führt aus: „...finden sich keine Beweise für eine Kariesreduktion durch regelmäßige Anwendung von Zahnseide. Es finden sich auch nur schwache, unzuverlässige Beweise dafür, dass durch zusätzliche Anwendung von Zahnseide eine geringfügige Reduktion der approximalen Plaque erreicht wird“. Daher empfiehlt sie die Zwischenraumhygiene nur dann, wenn sich „Speisereste und Biofilm mit alleinigem Zähneputzen nicht ausreichend entfernen lassen“. Diese Empfehlung ist für einen Laien jedoch schwer umzusetzen, da sie ein Urteilsvermögen über die Suffizienz der Plaqueentfernung voraussetzt. Auch die American Dental Association empfiehlt in einer Stellungnahme von März 2019 die regelmäßige Anwendung von Zahnseide als „an essential part of taking care of your teeth and gums“, weist jedoch auf die bisher schlechte Beweislage durch Studien hin. Ebenso schränkt eine Übersichtsarbeit (van der Weijden et al. 1993) auf Grund der Literaturlage ein: „Dental professionals should therefore determine, on an individual patient basis, whether high-quality flossing is an achievable goal. If this is likely to be the case, daily flossing may be introduced as the oral hygiene tool for interdental cleaning. However, a routine recommendation to use floss is not supported by scientific evidence.“

Auch ein Cochrane Review aus dem Jahr 2019 kommt zu dem Schluss, dass es Hinweise auf einen zusätzlichen Nutzen durch Benutzen von Zahnseide oder Interdentalbürsten gibt, jedoch „...Overall, the evidence was low to very low-certainty,...“ (Worthington et al. 2019).

Die begrenzte Studienlage unterstützt die Empfehlungen zur Interdentalhygiene zwar nicht, sie ist aber auch nicht ausreichend, deren Nutzlosigkeit zu belegen. Damit kann die Methodenkritik von Vernon und Seacat (Vernon et al. 2017; Vernon und Seacat 2017) nur unterstützt werden.

Studien greifen auf Sekundärparameter wie Plaquemenge, Bleeding on Probing und die Anzahl approximaler Kariesläsionen zurück, aus welchen Schlussfolgerungen zur Effektivität der Zahnseide gezogen werden.

Angesichts der Studienlage sollte zunächst der Frage nachgegangen werden, ob und wie die korrekte Durchführung des Flossings vermittelt werden kann. Wenn sichergestellt ist, dass Probanden das Flossing technisch korrekt durchführen, können valide Aussagen zur Effektivität der Anwendung von Zahnseide getroffen werden. Vielfach wird vermutet, dass Flossing schwierig zu erlernen sei, obwohl zu diesem Thema bislang wenig publiziert ist. Eine aktuelle Studie aus dem Jahr 2015 zeigt, dass über 90% der an

der Studie zum Zahnputzverhalten teilnehmenden Probanden ohne Instruktion nicht in der Lage waren, Zahnseide korrekt anzuwenden (Winterfeld et al. 2015). Die wenigen existierenden Beobachtungsstudien aus den 1970er Jahren zeigen jedoch, dass praktische Anleitungen am Behandlungsstuhl und/oder Informationssendungen über Fernsehen zu einer deutlichen Erhöhung der Anzahl korrekt geflosster Zahnzwischenräume führen (Macgregor und Rugg-Gunn 1986). Weitere Untersuchungen des Flossingvorgangs sind derzeit nicht bekannt.

## **1.1 Ziel der Untersuchung**

Ziel der vorliegenden Untersuchung war zu untersuchen, ob das Betrachten eines Demovideos mit und ohne Hands-on-Training zu einer Verbesserung der Zahnseidenanwendung gemessen an der Anzahl korrekt geflosster Zahnzwischenräume und der korrekten Durchführung der Zahnseidetechnik, sowie zu einer Verbesserung der Selbsteinschätzung führt.

## **2 Untersuchte Probandengruppe, Materialien und Methoden**

Bei der Studie handelt es sich um eine randomisierte Interventions- und Beobachtungsstudie, in die gesunde Probanden eingeschlossen wurden. Die Studie wurde entsprechend den Prinzipien der Deklaration von Helsinki und den Prinzipien der Guten Klinischen Praxis (GCP) durchgeführt und vor Beginn durch die lokale Ethikkommission (Antragsnummer 156/15) genehmigt. Alle Probanden gaben nach einem Aufklärungsgespräch ihr schriftliches Einverständnis (informed consent).

Im Folgenden wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit auf eine gleichzeitige Nennung der weiblichen und männlichen Sprachform verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten, falls nicht explizit anders vermerkt, für jegliches Geschlecht. Da für die Anwendung von Zahnseide im deutschen Sprachgebrauch kein adäquates Verb existiert, wird in diesem Text das englische Wort „flossing“ benutzt.

## 2.1 Probanden

In diese Studie wurden 97 Probanden im Alter von 18-35 Jahren einbezogen. Die Untersuchung erfolgte an Studierenden/ ehemaligen Studierenden der JLU, die keinen fachlichen Bezug zur Medizin oder Zahnmedizin hatten und noch nicht am Prophylaxeprogramm der Poliklinik teilgenommen haben. Alle Probanden verstanden und sprachen Deutsch. 66 der Probanden waren weiblich und 31 männlich. Diese Personengruppe wurde gewählt, da sie leicht erreichbar und gut motivierbar ist und aufgrund des relativ homogenen Bildungsniveaus davon auszugehen war, dass sie die Mundhygieneinstruktionen leicht erfasst. Da es sich um drei aufeinanderfolgende Termine im Abstand von etwa einer Woche handelte, war zudem wichtig, dass die meisten Studienteilnehmer in der Nähe des Untersuchungsortes wohnen. Zusätzlich sind Studierende generalisierend überlegt zeitlich flexibler als Menschen, die in Vollzeit arbeiten.

Zur Rekrutierung erfolgten Aushänge an zentralen Orten der JLU über das Gießener Stadtgebiet verteilt mit ersten Infos zum Ablauf der Studie (Terminanzahl, Zeitaufwand, etc.). Interessierte Probanden sollten sich telefonisch oder per E-Mail bei der Untersucherin melden und Termine vereinbaren. Über ein Telefonprotokoll oder ein E-Mail-Protokoll wurden folgende Ein- und Ausschlusskriterien erstmals abgefragt.

Einschlusskriterien:

- Bereitschaft zur Teilnahme
- Informed Consent
- Volljährigkeit

Ausschlusskriterien:

- Routinemäßige Anwendung von Zahnseide zur Interdentalraumhygiene während der häuslichen Mundhygiene
- Allergien oder Unverträglichkeiten gegenüber den verwendeten zahnärztlichen Materialien
- Fehlen von mehr als vier bleibenden Zähnen (mit Ausnahme der Weisheitszähne)
- Herausnehmbarer Zahnersatz, Brücken, Lückengebiss
- Parodontitis marginalis (Lockerungsgrad > I)
- Multiple Rezessionen mit einer Ausdehnung von mehr als einem Drittel der Wurzellänge

- Festsitzende kieferorthopädische Apparaturen
- Festsitzende Retainer
- Schwere Allgemeinerkrankungen die eine Anwendung von Zahnseide ausschließt
- Geistige Behinderung und/oder körperliche Behinderung, die die Mundhygiene des Probanden einschränkt

Kriterien für Drop Outs waren:

- Auftreten von Allergien
- Abbruch von Seiten des Probanden

## **2.2 Informed Consent**

Von jedem Probanden wurde das schriftliche Einverständnis eingeholt (unterzeichnete Einverständniserklärung), bevor der Proband hinsichtlich der Eignung für die Studie untersucht und gegebenenfalls eingeschlossen wurde.

Die Studienteilnehmer erhielten vor oder am ersten Termin eine detaillierte schriftliche Aufklärung über den Ablauf der Studie, welche dem Probanden mitgegeben wurde. Zusätzlich gab es ein Aufklärungsgespräch, geführt von der Untersucherin, mit der Gelegenheit, Fragen zu stellen.

Alle Probanden wurden informiert, dass sie ohne Angabe von Gründen jederzeit die Teilnahme an der Studie beenden können.

Die Schriftliche Aufklärung und auch der Fragebogen wurden mit der fünfstelligen Probandennummer versehen und fortan getrennt voneinander verwahrt, um eine Pseudonymisierung der Probanden zu gewährleisten. Alle Videos wurden getrennt davon unter der jeweiligen Probandennummer gespeichert und archiviert.

## **2.3 Durchführung der Studie**

Die Studie wurde in der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Präventive Zahnheilkunde durchgeführt. Der Einschluss der Probanden und die klinischen Maßnahmen sowie die Beobachtung der Probanden (Videoaufzeichnung, Auswertung der Videos, Datenverwaltung und -analyse) fand in der Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Präventive Zahnheilkunde statt.

### **2.3.1 Videoaufzeichnung der Zahnseideanwendung**

Die Probanden waren während der Aufzeichnung unbeobachtet und wurden durch einen Einwegspiegel gefilmt (siehe 2.4.3). Hierfür stand oder saß der Proband vor der Vorrichtung und wusste, dass er durch den Spiegel gefilmt wird. Der Spiegel wurde auf die individuelle Größe des Probanden und die richtige Einstellung (Zoom) der Kamera eingestellt, das Sichtfenster wurde kontrolliert.

Die Videos wurden auf einer externen SD-Speicherkarte gesichert und nach der Aufzeichnung auf Festplatten archiviert.

### **2.3.2 Fragebögen**

Jeder Proband füllte im Rahmen der Studie einen Fragebogen aus. Dies fand unbeobachtet und bei jedem Termin nach dem Filmen der Zahnseideanwendung statt.

Folgende Fragen wurden auf einer Analogskala von 0-10 (Trifft gar nicht zu – Trifft voll zu) beantwortet:

Die Anwendung von Zahnseide ist einfach

Die Anwendung von Zahnseide ist zeitaufwändig

Ich komme einfach in den Zahnzwischenraum der Schneidezähne

Ich komme einfach in den Zahnzwischenraum der Seitenzähne

Die Anwendung von Zahnseide ist schmerzhaft

Ich erreiche alle Zahnzwischenräume

### **2.3.3 Ausstattung/ Vorrichtung**

Speziell für diese Studie wurde eine Vorrichtung entwickelt und hergestellt, um die Probanden adäquat zu filmen. Es handelte sich um einen Kasten, in welchem ein Panasonic-Camcorder vom Typ HC-V installiert war. Der Kasten war ein Quader, verbunden mit einer Stange, welche an Platten fixiert werden konnte. Durch eine Schraubvorrichtung war es möglich, den Kasten in der Höhe beliebig zu verstellen, sodass er auf die Größe der zu filmenden Person adaptiert werden konnte. Der Kasten bestand in der Front aus einem parabolischen Spiegel, sodass der Proband durch den Spiegel gefilmt werden konnte ohne die Kamera hinter dem Spiegel zu sehen. Dies sorgte, obwohl die Probanden über das Filmen in Kenntnis gesetzt wurden, für eine möglichst natürliche Umgebung. Jedem Probanden stand ein identischer Zahnseidespender (Johnson&Johnson® Waxed Floss), ein Waschbecken, Seife, Papiertücher und Händedesinfektionsmittel (Sterillium®) zur Verfügung.

### **2.3.4 Instruktionsvideo**

Die Probanden wurden im ersten Termin nach Aufzeichnung der Zahnseideanwendung und Ausfüllen des Fragebogens instruiert. Dies erfolgte bei beiden Gruppen mit dem Instruktionsvideo und bei Gruppe 1 zusätzlich durch eine persönliche Instruktion.

Zur Instruktion wurde eigens ein Video von etwa 4 Minuten Länge erstellt. Es zeigt in Nahaufnahme die korrekte Anwendung von Zahnseide im Zwischenraum (Gleiten über den Approximalkontakt, Anlegen der Zahnseide an eine der beiden Zahnflächen, Vertikalbewegungen, Anlegen an die andere Zahnfläche, Vertikalbewegungen) und die korrekte Handhabung (Wickeltechnik). Das Video zeigt schließlich das systematische Flossing des gesamten Gebisses von 17 bis 47. Zusätzlich werden Tipps zur Optimierung der Zahnseideanwendung gegeben, wie der Rat zum systematischen Flossing nach Quadrant für maximale Übersichtlichkeit. Das Video ist teilweise mit Untertiteln unterlegt und wird von Sprechtext in deutsch begleitet.

### **2.3.5 Persönliche Instruktion**

Die Probanden der Gruppe 1 erhielten im Anschluss an die Videoinstruktion eine standardisierte persönliche Instruktion. Diese wurde von der Untersucherin vor dem Spiegel im Behandlungszimmer vorgeführt. Jedem persönlich instruierten Probanden wurde nochmals die korrekte Aufwicklung der Zahnseide auf die Finger, die korrekte Position der Hände und die korrekte Bewegung im Approximalraum der Oberkieferfrontzähne, der Oberkieferseitenzähne und der Unterkieferseitenzähne

demonstriert. Danach wurden die Probanden gebeten, das Gesehene selbst zu wiederholen, dabei wurde so lange instruiert, bis die Bewegungen korrekt durchgeführt wurden.

### **2.3.6 Ablauf/ Ablaufschema**

Die Probanden wurden in der ersten Sitzung über den Inhalt der Studie informiert und erhielten dazu einen Informationsbogen und die entsprechende Einverständniserklärung. Die Probanden wurden darüber informiert, dass sie während der Studie drei Mal gefilmt werden, dass alle Daten unzugänglich für Dritte aufbewahrt werden und dass eine vorzeitige Beendigung der Studie ihrerseits jederzeit ohne jegliche Angabe von Gründen möglich ist. Sie wurden nochmals darüber aufgeklärt, dass sie Zeit für insgesamt drei Sitzungen aufwenden müssen. Die Termine für die zwei weiteren Sitzungen wurden direkt im Anschluss an den ersten Termin vergeben.

Jeder Proband erhielt einen identischen Zahnseidespender (Johnson&Johnson® Waxed Floss 200m). Die dadurch geschaffenen homogenen Grundvoraussetzungen sorgen für eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse.

Während des ersten Termins erfolgte die Zuordnung des Probanden zu einer der jeweiligen Gruppen anhand einer Randomisierungsliste. Jeder der Probanden erhielt einen fünfstelligen Code, unter welchem jegliche Daten aufbewahrt wurden.

Es wurde eine klinische Untersuchung der Zähne vorgenommen. Falls Zahnstein vorhanden war, welcher die Anwendung von Zahnseide erschwerte oder gänzlich verhinderte, wurde dieser vor Beginn der Videoaufzeichnung entfernt.

Alle Gesprächsabläufe erfolgten standardisiert.

Zeitliche Abfolge der Termine (Abb.1):

Die Probanden wurden im ersten Termin nochmals mündlich und schriftlich über die Studie aufgeklärt, die Ein- und Ausschlusskriterien wurden erneut überprüft.

Danach wurde die Anwendung von Zahnseide seitens des Probanden zum ersten Mal gefilmt. Dabei sollten die Probanden die Zahnseide entsprechend ihrer alltäglichen Routine vor dem Spiegel verwenden, falls sie noch nie Zahnseide benutzt hatten, sollten sie dies so durchführen, wie sie es für richtig hielten. Dabei blieben die Probanden allein im Raum.

## Untersuchte Probandengruppe, Materialien und Methoden

Nach der Videoaufzeichnung füllten die Probanden unbeobachtet einen Fragebogen aus.

Danach wurden die Probanden instruiert. Alle Probanden sahen zu Beginn das Instruktionsvideo auf einem Ipad. Probanden der Gruppe 1 wurden danach von der Untersucherin persönlich vor dem Spiegel im Behandlungszimmer instruiert. Am Ende des Termins wurde jeder Proband gebeten, das Erlernte zu Hause mit der ausgehändigten Zahnseide zu üben.

Beim zweiten Termin wurden die Probanden erneut durch die Vorrichtung gefilmt und füllten den Fragebogen aus.

Beim dritten Termin wurden die Probanden wieder auf diese Art gefilmt und erhielten den Fragebogen mit der Analogskala zum Ausfüllen. Nach Abschluss der Untersuchung wurde den Probanden der Gruppe 2 eine persönliche Instruktion angeboten.

## Ablaufschema

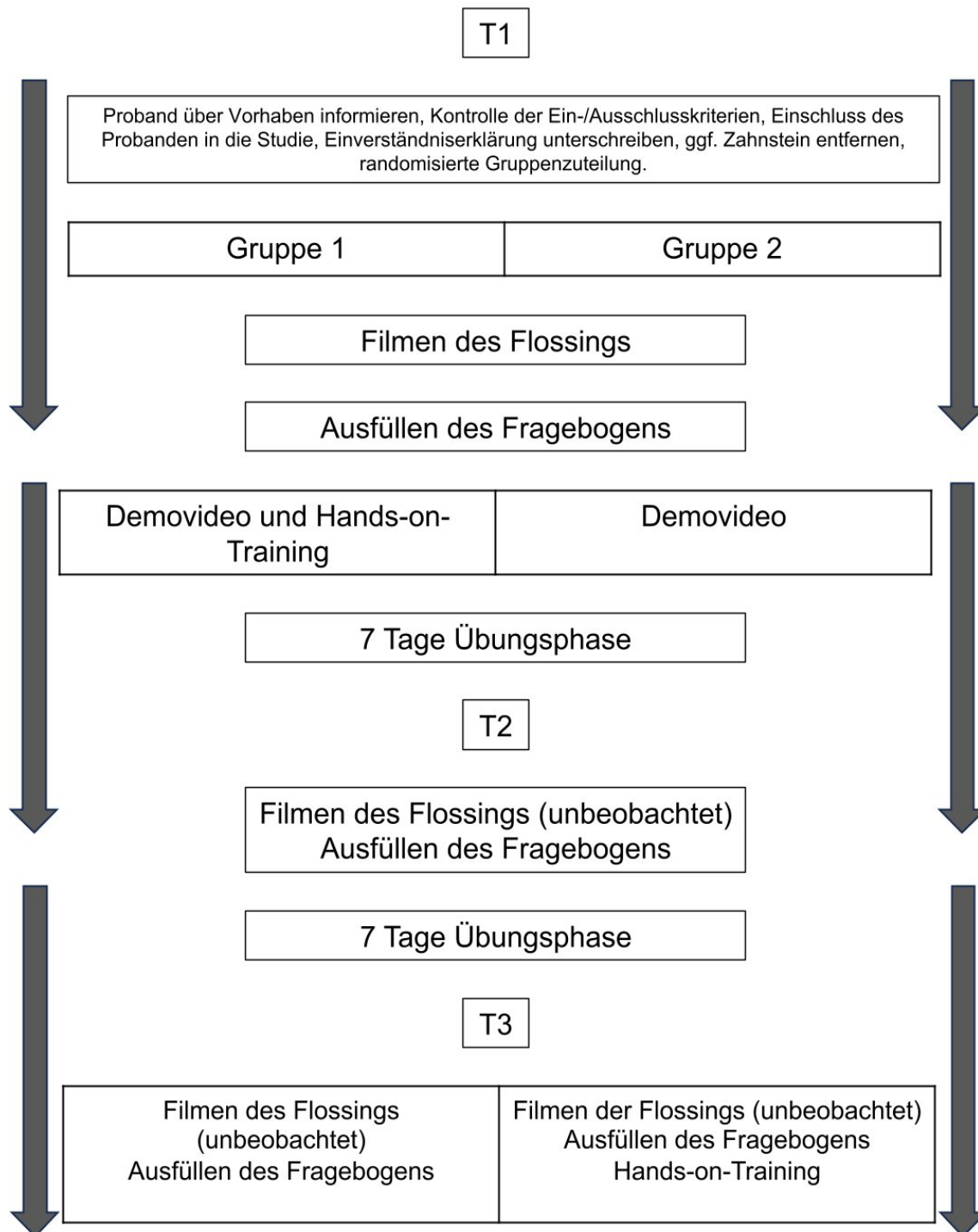


Abbildung 1: Zeitliche Abfolge der Studie unterteilt nach Gruppenzuordnung. Die mittig unterteilten Kästen zeigen für die jeweilige Gruppe spezifischen Inhalte, die nicht mittig unterteilten Kästen zeigen Inhalte, welche sich für beide Gruppen nicht unterscheiden.

## 2.4 Videoauswertung

Die Auswertung aller Videos erfolgte erst nach Abschluss des klinischen Teils der Studie. Eine Zwischenauswertung sollte vermieden werden, um eine unbemerkte Veränderung der Instruktion bei der Remotivation zu vermeiden. Es erfolgte lediglich eine Sichtung des Filmmaterials auf die Auswertbarkeit.

Die Videoauswertung erfolgte mit der Videoanalysesoftware INTERACT 15 (Mangold 2016). Die Videos konnten beliebig häufig abgespielt werden und wurden auf folgende Parameter analysiert:

- Dauer der Zahnseideanwendung
- Anzahl, Reihenfolge und Vollständigkeit der erreichten Zahnzwischenräume
- Art der Zahnseidebewegung im Approximalraum
- Korrekter Ablauf der Bewegung im jeweiligen Approximalraum
- Korrekte Handhabung der Zahnseide

Die Zähne wurden dafür in 26 Zahnzwischenräume eingeteilt, die dritten Molaren wurden nicht berücksichtigt. Probanden, welchen die Prämolaren im Ober- und /oder Unterkiefer fehlten, wurden entsprechend markiert.

Das vierteilige Kodierschema in INTERACT zur Erfassung der oben genannten Parameter orientierte sich an dem von Rich et al. (1989) entwickelten Flossing Dexterity Index (FDI), welcher sich aus verschiedenen Teilschritten zusammensetzt und eine Beurteilung des Interventionserfolges zulässt:

- Sicheres und richtiges Halten der Zahnseide
- Einfädeln der Zahnseide über den Kontaktpunkt in den Interdentalraum
- Zahnseide wird an die entsprechende Zahnfläche (mesial oder distal) adaptiert
- Zahnseide wird mit wiederholten vertikalen Bewegungen am Zahn geführt

Die Videos wurden direkt in der Software geöffnet und kodiert. Dafür wurde jedem Parameter des Kodierschemas ein Shortcut zugeordnet. So wurden die Daten während der Analyse durch Eingabe der entsprechenden Shortcuts in ein Datenset eingespeist. Dadurch waren Mehrfach- und auch Simultankodierungen bei parallellaufenden Events möglich.

Mehrfach- und Simultankodierungen parallellaufender Ereignisse konnten durch erneute Sichtung und Kodierung des Videos erstellt werden.

Die Videos wurden vier Mal im Hinblick auf das jeweilige Kodiersystem analysiert. Die gesamten codierten Events wurden in einer vollständigen Analyse zusammengefasst.

### **1. Erreichte Interdentalräume**

Sobald die Zahnseide über den Approximalkontakt in den Approximalraum eingebracht wurde, wurde dieser in der laufenden Videosequenz mit dem entsprechenden Shortcut als erreicht codiert. Das Event lief, so lange die Zahnseide in diesem Approximalraum war. Mehrere Events parallel waren möglich, falls ein Proband die Zahnseide zeitgleich in mehrere Approximalräume einbrachte.

### **2. Zahnseidetechnik**

Bei der Zahnseidetechnik wurde zwischen vertikal, horizontal, durchziehen, rein/raus, umschlingen, unspezifisch und nicht erkennbar unterschieden.

Als vertikal oder horizontal wurde die Technik markiert, sobald die jeweilige Bewegung im Approximalraum zwei Mal oder häufiger durchgeführt wurde. Eine einmalige Bewegung wurde als rein/raus codiert. Ein Durchziehen der Zahnseide lag vor, wenn die Zahnseide seitlich gingival des Kontaktpunktes herausgezogen wurde. Umschlingen bezeichnete ein Einbringen der Zahnseide in mehrere Approximalkontakte gleichzeitig und das damit verbundene Umschlingen des Zahnes oder der Zähne. Techniken, welche nicht mit diesen Bezeichnungen erfasst wurden, wurden als unspezifisch codiert. Nicht erkennbare Technik wurde als nicht erkennbar klassifiziert, beispielsweise, wenn der Proband zeitweise das Event mit der Hand bedeckte.

Es war möglich, pro Video mehrere Techniken im Wechsel oder parallel zu kodieren. Wurde in einem Approximalkontakt mehr als eine Technik verwandt, wurde die Technik, die überwog oder bei ausgeglichener Zeit parallel codiert.

### **3. Zahnfläche**

Dieses Kodierschema wurde in „mesial/distal richtig“, „mesial/distal falsch“ und „nicht erkennbar“ unterteilt. Als „mesial/distal richtig“ wurde codiert, wenn der Proband deutlich sichtbar erst die eine und dann die andere Zahnfläche im Approximalkontakt reinigte. Dabei war es unerheblich, ob die Reihenfolge mesial/distal oder distal/mesial war.

#### **4. Handhabung der Zahnseide**

Als richtige Handhabung wurde ein Auf- und Abwickeln der Zahnseide auf die Finger während des Wechsels des Approximalraums, sodass in jedem Approximalraum ein unbenutztes Stück Zahnseide verwandt wurde, und das Überwinden des Kontaktpunktes mit sägenden Bewegungen angesehen. Folgende Abbildungen zeigen beispielhaft die vollständige Analyse eines Events desselben Probanden zum ersten Termin und zum dritten Termin:

## Untersuchte Probandengruppe, Materialien und Methoden

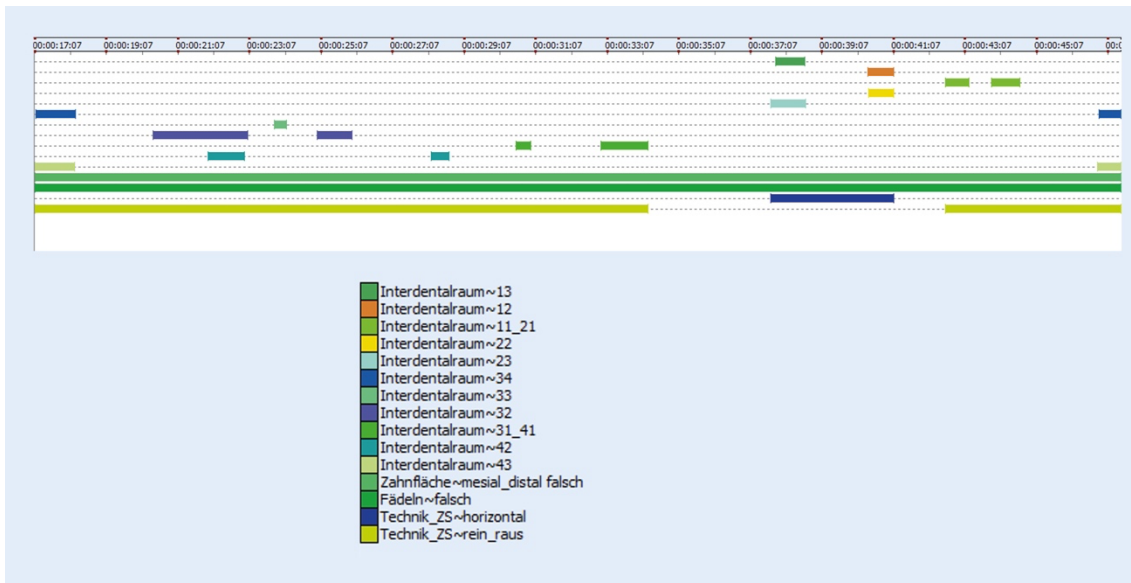


Abbildung 2: Videoanalyse eines Probanden zu Termin 1 (T1)

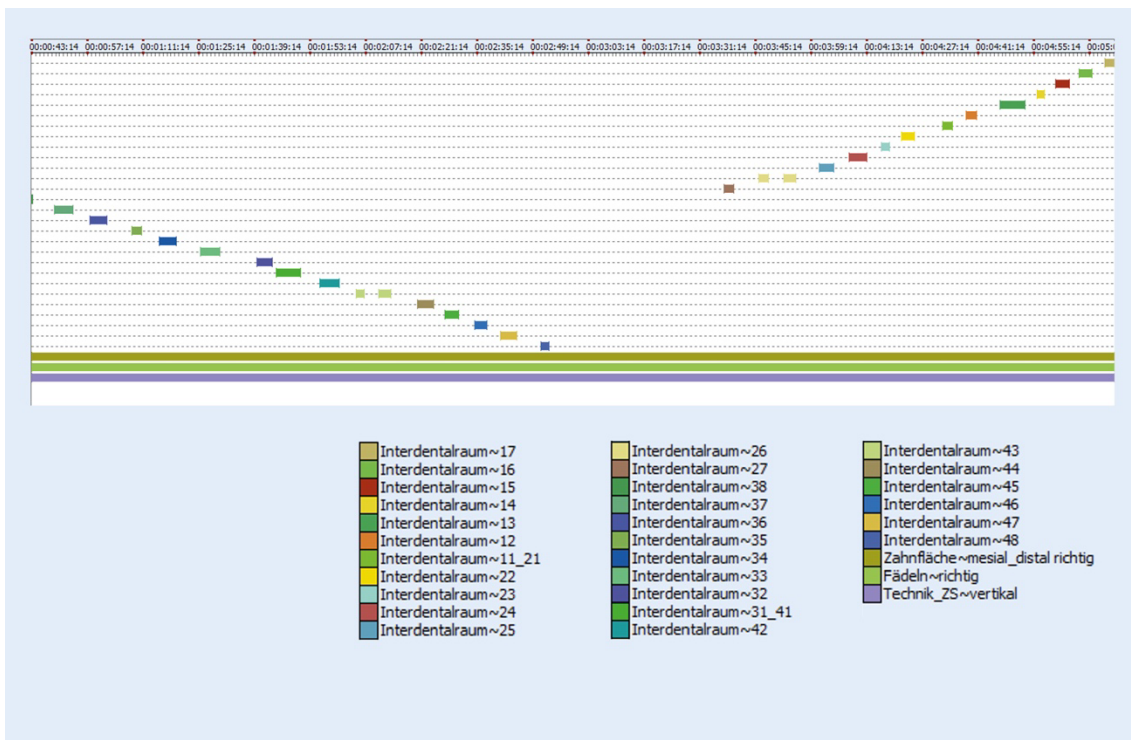


Abbildung 3: Videoanalyse eines Probanden zu Termin 3 (T3). Die Y-Achse zeigt die Zeit in Minuten und Sekunden. Die Legende unterhalb der Abbildungen zeigt die Farbkodierung für die Interdentalräume mesial 17 bis mesial 47 und die verwandte Technik von oben herab sortiert. Bei T1 wird mit der falschen Technik in falschen Bewegungen unvollständig geflosst mit Sprüngen und Differenzen zwischen den Approximalräumen. Bei T3 ist der Flossingvorgang systematisch, die Approximalräume werden nacheinander in ähnlicher Weise geflosst mit über den gesamten Vorgang durchgehend korrekt angewandter Technik.

## **2.5 Qualitätskontrolle und Datenmanagement**

Die Studie wurde entsprechend der Europäischen Richtlinie und den Richtlinien zur Guten Klinischen Praxis (ICH Harmonised Tripartite Guideline E6: Note for Guidance on Good Clinical Practice, CPMP/ICH/135/95 Step5) durchgeführt.

Sowohl die Videoauswertung als auch die Zuordnung der Probanden zur jeweiligen Interventionsgruppe erfolgte randomisiert. Hierfür wurde eine Liste erstellt (2.7.7 Pseudonymisierung und Randomisierung). Die Verblindung wurde zusätzlich durch eine zeitlich getrennte Auswertung der Videos nach Abschluss der klinischen Datenerhebung im Rahmen der Studie gewährleistet.

### **2.5.1 Kalibrierung**

Zu Beginn der Studie erhielt die Untersucherin eine ausführliche schriftliche und mündliche Einweisung in das Vorhaben und die Zielsetzung der Studie, weiterhin wurde der Ablauf der Studie erläutert. Die Untersucherin übte das Filmen und das Abspeichern der Daten. Weiterhin wurde in Rollenspielen die Instruktion der Probanden geübt, so dass eine standardisierte Ausführung sichergestellt wurde. Außerdem wurde das Ausfüllen der Dokumentationsbögen erlernt.

Zusätzlich lernte die Untersucherin anhand von bereits bestehenden Videos diese nach oben genannten Kriterien auszuwerten. Hier erfolgte eine zweimalige Auswertung von 10 Videos zur Bestimmung der intrapersonellen Übereinstimmung. Zur Bestimmung der interpersonellen Übereinstimmung erfolgte eine Auswertung von 10 Videos durch die Untersucherin und einen Supervisor.

Während der Videoauswertung wurden stichprobenartig nochmals 2x10 Videos analysiert und die Ergebnisse der Erst- und Zweitauswertung hinsichtlich der Übereinstimmung überprüft.

### **2.5.2 Dokumentation**

Alle Daten wurden auf Formblättern dokumentiert (Case Report Form, CRF), die den Probandencode enthielten. Die Eintragungen erfolgten leserlich und vollständig. Die Filmdateien wurden nur unter dem Probandencode abgespeichert. Von den Dateien wurden am Ende jedes Behandlungstages Sicherheitskopien angefertigt, welche an zwei verschiedenen festgelegten Orten verwahrt wurden.

Das CRF enthielt Ein- und Ausschlusskriterien sowie die Fragebögen. Die Analyse der Videos erfolgte mit der Analysesoftware INTERACT 15 (Mangold 2016). Die mit

INTERACT gewonnen Daten wurden ebenfalls unter dem Probandencode abgespeichert und stellen die Rohdaten dar.

Die handschriftlichen Daten und die mit INTERACT gewonnenen Daten wurden in Exceltabellen und SPSS überführt, auf Korrektheit (handschriftliche Daten) bzw. auf Plausibilität (INTERACT Daten) geprüft und ausgewertet.

Die Daten unterliegen dem hessischen Datenschutzgesetz. Persönliche Daten, wie Alter oder Geschlecht werden unter Verschluss gehalten, anderen nicht zugänglich gemacht und getrennt von den in der Studie erhobenen Daten aufbewahrt. Das Studienprotokoll, alle Dateien und Daten, sowie die Einverständniserklärungen werden für einen Zeitraum von 10 Jahren aufbewahrt, gerechnet vom Tag des Abschlussberichtes an die lokale Ethikkommission. Die Videos sowie deren Auswertung wurden auf geeigneten Medien gesichert.

### **2.5.3 Statistik und Fallzahlberechnung**

Die Daten (Analogskalen, Anzahl erreichter Zwischenräume, prozentualer Anteil korrekt geflossener Zwischenräume, korrekt erreichte Flächen) wurden im Hinblick auf ihre Normalverteilung getestet (Kolmogorov-Smirnov-Test), dabei zeigte sich eine signifikante Abweichung von der Gauss-Verteilung. Daher wurden parameterfreie Tests verwendet (Mann-Whitney-U-Test, Wilcoxon-Test). Die Lagemaße werden als Median angegeben, die Streuungsmaße als Minimum und Maximum (median (min;max)).

Für die Fallzahlberechnung wurden ein alpha von 0.05 und ein beta von 0,80 festgelegt, die Berechnung erfolgte mit G\*Power Version 3.1.9.2 (verwendete Berechnungs-Parameter: difference between two independent means; a priori test; test family: t-tests).

Für das Kriterium „Anwendung einer Zahnseidentchnik“ war eine Fallzahlberechnung schwierig, da es sich um neue Bewertungskriterien mit ordinalskalierten Daten handelte. Zudem lagen aus der Literatur auch keine ähnlichen Daten vor.

Die Fallzahlberechnung beschränkte sich deshalb auf das Kriterium „Veränderung der Anzahl der Zähne, an denen korrekt Zahnseide verwendet wurde“. Die Berechnung stützte sich auf Daten einer älteren Studie [Radentz et al., 1975], in der Probanden nach Ansehen eines Videos die Anwendung von Zahnseide erlernen sollten. Der Vergleich erfolgte zu einer nicht instruierten Kontrollgruppe. In dieser Studie wurde eine mittlere Differenz (Anzahl der Zähne, an denen korrekt Zahnseide verwendet wurde) zwischen der Kontrollgruppe ( $1,0 \pm 2,097$ ) und der instruierten Gruppe ( $9,8 \pm 3,839$ ) von 8,8 ermittelt.

## Ergebnisse

Die Instruktion der zitierten Studie entsprach in etwa der einfachen Instruktion in der Gruppe 1 der geplanten Studie. Als klinisch relevante Verbesserung durch die individualisierte Instruktion konnte ein Anstieg der Anzahl der Zähne, an denen korrekt Zahnseide verwendet wurde um 25% angesehen werden.

Fallzahlberechnung: Anzahl der Zähne, an denen korrekt Zahnseide verwendet wurde (Gruppe 1) 9,8; klinisch relevante Differenz 2,45 (25%);  $s^2=14,738$ . Daraus resultierten 40 Teilnehmer je Gruppe.

Unter Berücksichtigung einer Drop-out-Quote von 25% sollten in jede Gruppe 50 Personen eingeschlossen werden.

### **3 Ergebnisse**

Sechshundsechzig Frauen und 31 Männer nahmen an der Studie teil, das Alter betrug  $24,3 \pm 3$  Jahre.

#### **Fragebögen**

Neunundfünfzig Probanden gaben an, Zahnseide zu verwenden, jedoch hatten nur 24 jemals eine Instruktion erhalten.

Zu Beginn der Studie (T1) fand sich eine große Spannweite von Ergebnissen der Items Schwierigkeitsgrad, Zeitaufwand und Erreichbarkeit der Zwischenräume (Abb. 4). Nach Instruktion und Anwendung (T2 und T3) verbesserte sich die Selbsteinschätzung deutlich. So empfanden die Probanden die Anwendung als weniger schwierig und glaubten mehr Zahnzwischenräume zu erreichen. Diese Effekte setzten sich mit längerer Anwendung (T3) weiter fort. Die Einschätzung des Zeitaufwands veränderte sich dagegen wenig, zu T3 empfanden die Probanden sogar einen höheren Zeitaufwand (Abb. 4).

# Ergebnisse

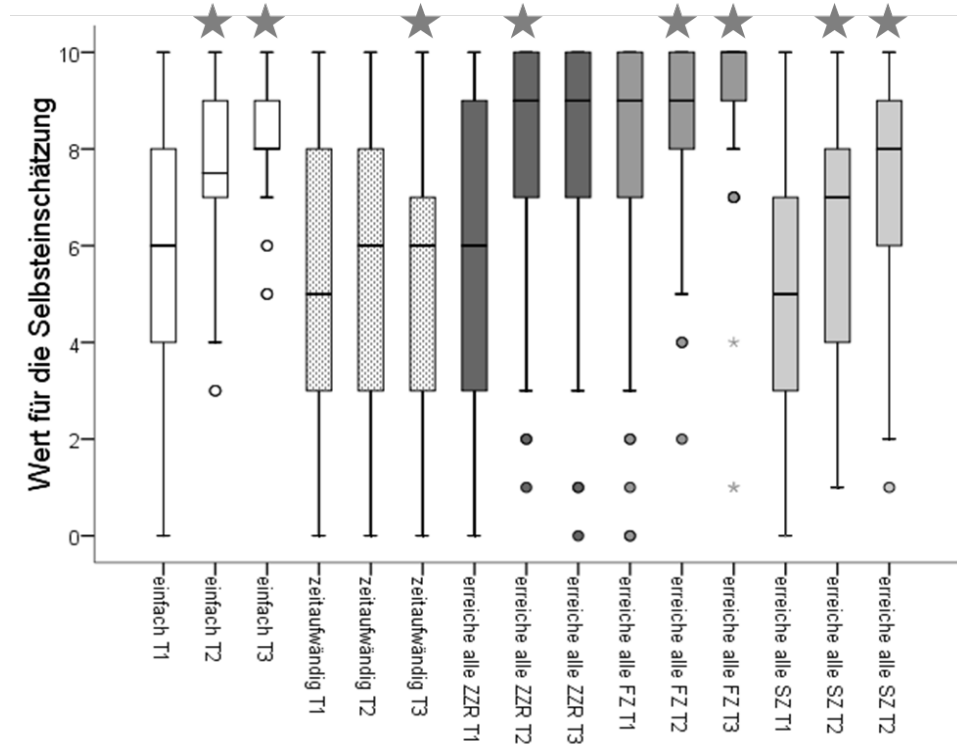


Abbildung 4: Wert für die Selbsteinschätzung zu den Terminen 1 bis 3, die Sterne markieren signifikante Veränderungen zum vorherigen Termin

### **Beobachtungsdaten**

Die Instruktionsart (Video + Hands-on gegenüber Video) hatte bei keinem Parameter einen Einfluss, daher werden im Folgenden beide Gruppen gemeinsam betrachtet.

### **Erreichte Zwischenräume**

Etwa die Hälfte (54,6%) der Probanden erreichte schon zu Beginn nahezu alle Zwischenräume (24 oder mehr). Die Übrigen (46,4%) zeigten bei gleichmäßiger Verteilung die gesamte Spannweite von 1 bis 23 erreichten Zwischenräumen (Median 14). Dabei wurden am ehesten die Frontzähne und am wenigsten die Molaren erreicht (Abb. 5).

Diejenigen, die zu Beginn nahezu vollständig flossten, erreichten auch zu den beiden weiteren Beobachtungszeitpunkten nahezu alle Zwischenräume (n.s. zu allen Zeitpunkten). Die übrigen verbesserten sich deutlich sowohl von T1 zu T2 ( $p \leq 0.001$ ) als auch nochmals von T2 nach T3 ( $p \leq 0.05$ ). Dieser Effekt zeigte sich für alle Zahngruppen, besonders jedoch für die Molaren. Während zu Beginn im Median nur 1 Molarenzwischenraum (0;8) erreicht wurde, waren es zu T2 7 (0;8) ( $p \leq 0.001$ ) und zu T3 6 (0;8) Molarenzwischenräume (n.s. zu T2) (Abb. 5).

## Ergebnisse

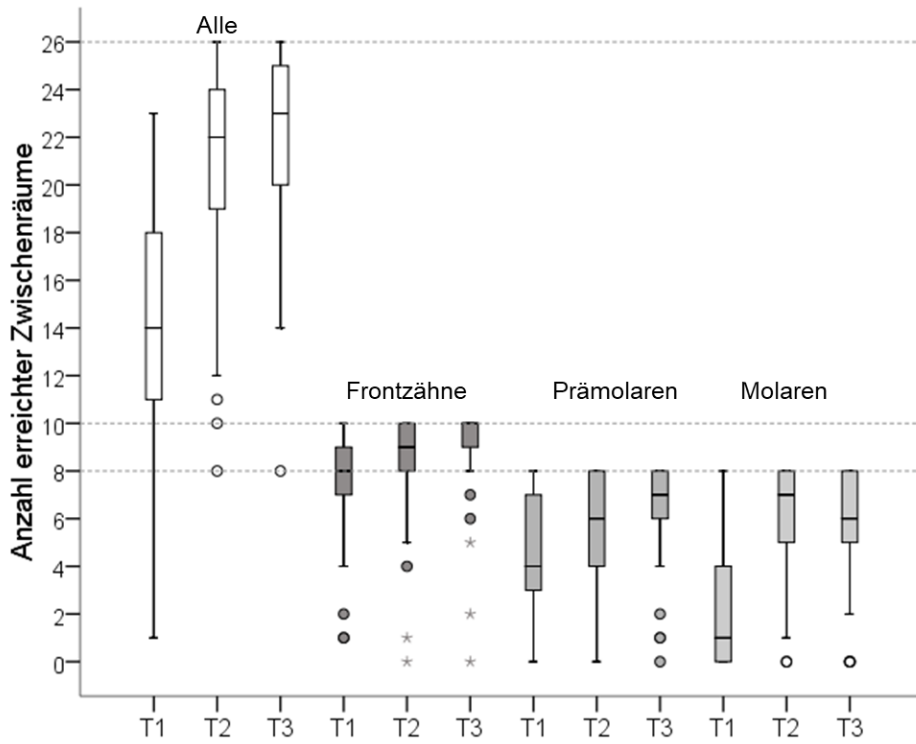


Abbildung 5: Anzahl erreichter Zahnzwischenräume Termin 1-3 ohne diejenigen, die bereits zu T1 alle Zwischenräume erreicht hatten. Die Linien zeigen die maximal erreichbaren Zwischenräume (insgesamt 26, Frontzähne 10, Prämolaren und Molaren 8).

## Zeit

Die Instruktion erhöhte den Zeitbedarf um mehr als das Doppelte (T1: 98 s (33;380), T2: 213 s (93;723),  $p \leq 0.001$ ), die weitere Anwendung verringerte den Zeitbedarf nicht (T3: 224,6 s (85;896), n.s. gegenüber T2). Dieser Effekt war besonders deutlich bei denjenigen, die zu Beginn nicht alle Zwischenräume erreichten (T1: 78,8 s (34;380), T2: 207,2 s (93;452),  $p \leq 0.001$ , T3: 237,1 s (85;480), n.s.).

## Technik

Zu Beginn zeigte nahezu niemand die korrekte Technik (vertikale Bewegungen), dies war auch bei denjenigen der Fall, die schon zu Beginn alle Zwischenräume erreichten. Vielmehr waren horizontale Bewegungen, einmaliges Durchziehen, einmaliges „rein-raus“ oder unspezifische Bewegungen in zwei Zwischenräumen gleichzeitig zu beobachten. Nach Instruktion zeigten sich im Wesentlichen nur noch mehrmalige horizontale oder vertikale Bewegungen (Abb. 6).

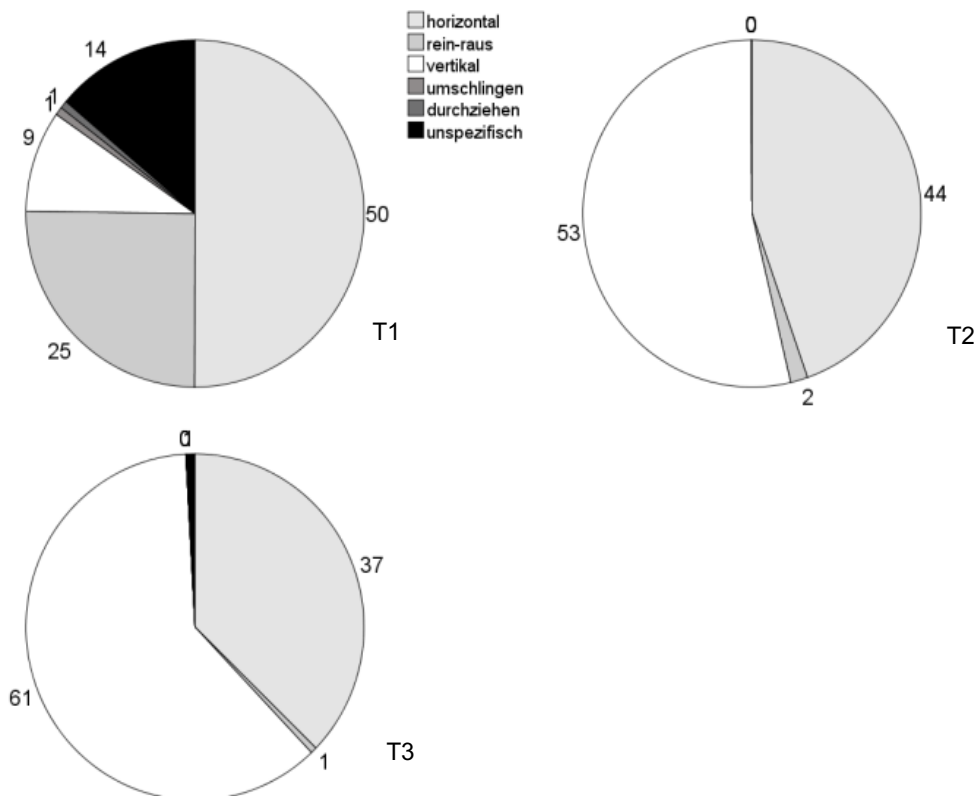


Abbildung 6: Anzahl der beobachteten Techniken über alle Probanden und Zwischenräume in Prozent zu den Terminen 1 bis 3

Die Instruktion führte zu einer deutlichen Verbesserung der Technik (Abb. 7). Der prozentuale Anteil korrekt geflossener Zwischenräume änderte sich von 0% (0;100) zu T1 zu 92,3% (0;100) zu T2 ( $p \leq 0,001$ ) und 100% (0;100) zu T3 ( $p$  T2 zu T3  $\leq 0,00$ ).

## Ergebnisse

Die vertikale Technik konnte im Frontzahnbereich am besten umgesetzt werden. Hier wurden 95% (0;100) der Zwischenräume korrekt geflosst, im Prämolarenbereich waren es 77,5% (0;100) ( $p=0,07$ ) und im Molarenbereich 87,5% (0;100) ( $p\leq 0,05$ ). Zu T3 erhöhte sich der Anteil korrekt geflossener Zwischenräume in allen Bereichen nochmals deutlich (100% (0;100) für alle Bereiche;  $p$  T2 zu T3 für alle Bereiche  $\leq 0,05$ ). Dabei zeigt sich eine deutliche Polarisierung: zu T3 hatten 30,2% der Teilnehmer die Technik in keinem Zwischenraum umgesetzt, während 53,1% alle Zwischenräume vertikal geflosst hatten. Nur 16,7% hatten die Technik teilweise umgesetzt (Abb. 7).

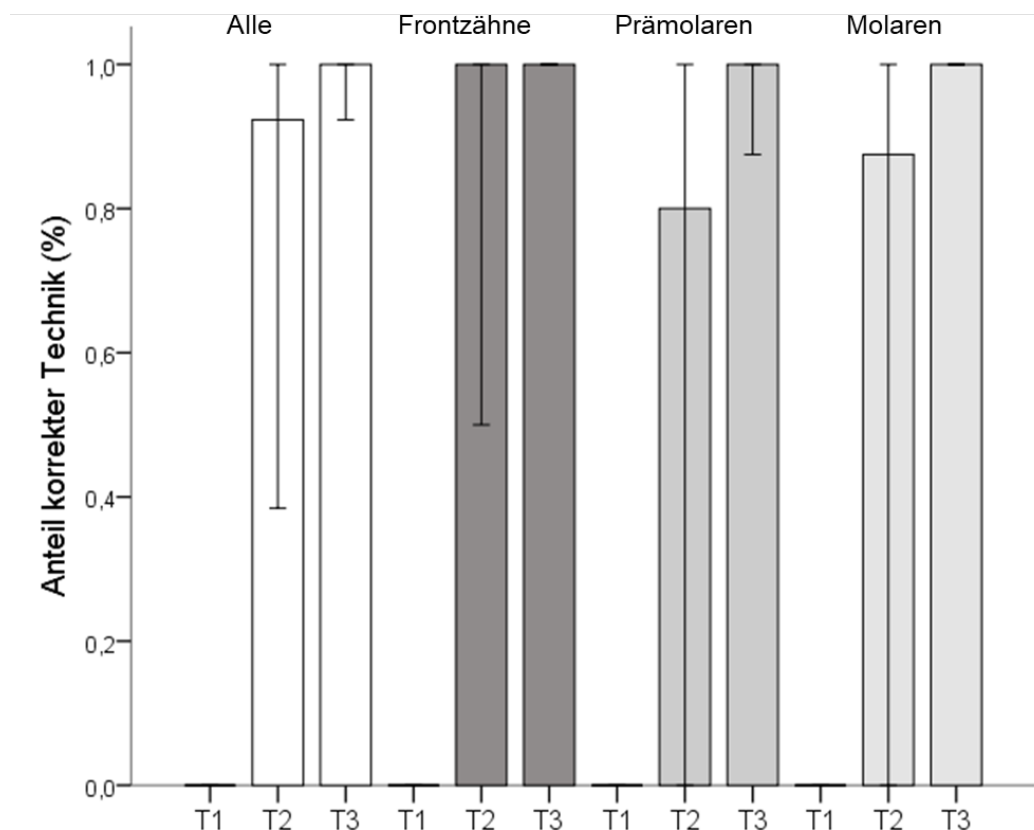


Abbildung 7: Anteil korrekter Technik zu den Terminen 1 bis 3, die Werte sind als Median mit 95% Konfidenzintervall dargestellt.

## Ergebnisse

Zu Beginn konnten nur 18,6% der Probanden die Mesial- und Distalflächen reinigen und nur 9,3% zeigten eine korrekte Handhaltung. Dies verbesserte sich zu T2 deutlich auf 86,6% bzw. 89,7% ( $p \leq 0,001$ ) und noch geringfügig zu T3 (91,8% bzw. 97,9%, T3 gegenüber T2, n.s.).

Zu Beginn der Studie konnten nur 4,1% der Probanden richtig flossen (24 oder mehr Zwischenräume erreicht, 90% oder mehr Zwischenräume vertikal geflosst), am Ende der Studie waren es 44,3%; 16,5% hatten zwar alle Zwischenräume erreicht, konnten die Technik jedoch nicht umsetzen, weitere 16,5% konnten die Technik vollständig umsetzen, erreichten jedoch nicht alle Zwischenräume.

## Einflussparameter

### Geschlecht

Die Geschlechter unterschieden sich in Bezug auf die erreichten Zwischenräume zu keinem Zeitpunkt, Frauen konnten die Technik jedoch schneller umsetzen. Zu T2 erreichten sie zu einem höheren Prozentsatz korrekt geflosste Zwischenräume als Männer (100% (0;100) gegenüber 0% (0;100),  $p \leq 0,05$ ), dieser Unterschied fand sich zu T3 jedoch nicht mehr (100% (0;100) gegenüber 94,2% (0;100), n.s.). Obwohl sich die Geschlechter am Ende der Studie in der Anwendung der Zahnseide objektiv nicht unterschieden, schätzten sich die Frauen signifikant schlechter ein (Abb. 8).

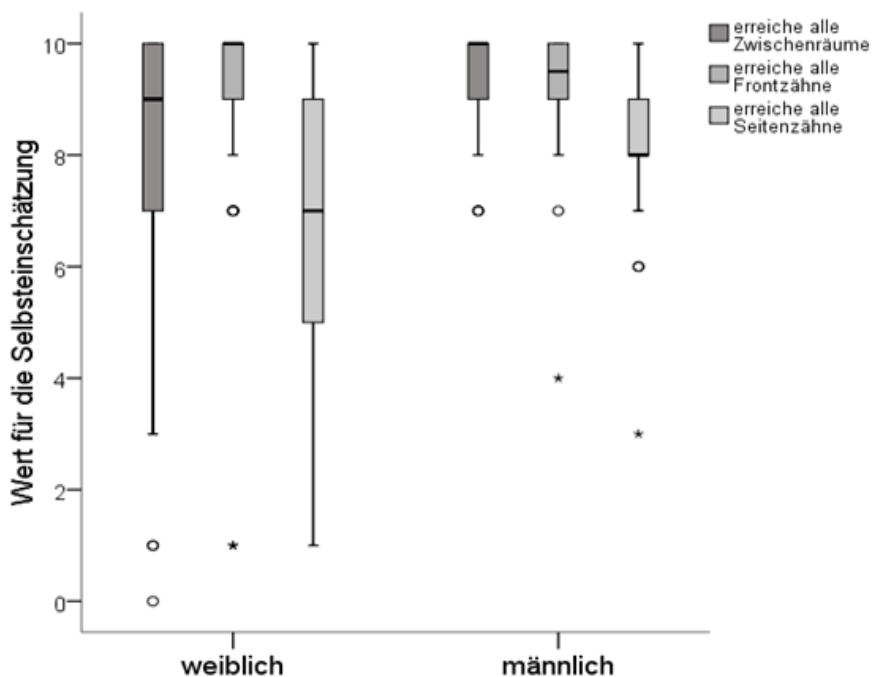


Abbildung 8: Selbsteinschätzung zum Erreichen aller Zwischenräume nach Geschlecht

### **Vorherige Zahnseidennutzung**

Diejenigen, die schon vor der Studie Zahnseide benutzt hatten, erreichten zu Beginn mehr Zwischenräume (25 (9;26) gegenüber 19 (1;26) ( $p \leq 0,05$ )), unterschieden sich in allen anderen Parametern aber nicht.

### **Vorherige Instruktion**

Diejenigen, die angaben, schon einmal eine Instruktion zur Anwendung von Zahnseide erhalten zu haben ( $n=24$ ), erreichten zu allen Zeitpunkten mehr Zahnzwischenräume (T1: 25,5 (6;26) gegenüber 21,0 (1;26), T2: 26,0 (18;26) gegenüber 24,0 (13;26), T3: 25,5 (17;26) gegenüber 24,0 (14;26),  $p$  immer  $\leq 0,01$ ). Von denjenigen, die bereits vorher instruiert worden waren, erreichten 83,3% nahezu alle Zwischenräume, von denjenigen, die vorgängig keine Instruktion erhalten hatten ( $n=73$ ) dagegen nur 43,8% ( $p \leq 0,001$ ). Die vorherige Instruktion hatte nur zu T1 einen geringfügigen Einfluss auf den Anteil korrekter Technik, nicht jedoch zu allen anderen Zeitpunkten.

## **4 Diskussion**

### **4.1 Literaturübersicht**

Die häusliche Mundhygiene hat sich im Laufe der letzten Jahrzehnte maßgeblich verbessert. Dies liegt vor allem am immer größer werdenden fachlichen Wissen über die Reinigung der Zähne durch wissenschaftliche Arbeit und Forschung, als auch an darauf basierenden technischen Innovationen, wie der stetigen Verbesserung von Zahnbürsten, sowohl im elektrischen als auch im manuellen Bereich. Der Vorgang des Zähneputzens mit (elektrischer) Zahnbürste und einem Reinigungsagens ist wissenschaftlich gut erforscht und dessen Nutzen hinreichend belegt.

Das Nicht-Putzen der Zähne führt innerhalb von Tagen zur vermehrten Plaqueakkumulation und somit zu klinisch diagnostizierbaren Entzündungszeichen der Gingiva. Dieser Vorgang lässt sich durch regelmäßiges Zähneputzen aufhalten, sodass die Gingiva wieder klinisch gesund wird. Dies ist bereits seit den 1960er Jahren wissenschaftlich bewiesen (Loe et al. 1965).

Die gesellschaftliche Akzeptanz des täglichen Zähneputzens und die Überzeugung, damit positiven Nutzen zu erzielen, sind in Deutschland sehr hoch. Laut Befragungen im Rahmen der V. Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS V) putzen 77% der 12-Jährigen in Deutschland zweimal täglich ihre Zähne, 5% sogar dreimal täglich und

häufiger und 15% einmal täglich, nur 3% der Befragten gaben an, ihre Zähne seltener zu reinigen (Jordan et al. 2014). Diese Werte sind gepaart mit einem seit 1997 (DMS III) wesentlich verbesserten Zahnputzmuster (Kombination aus Häufigkeit, Dauer und Zeitpunkt des Zähneputzens). Zahnmedizinische Gesundheitsleistungen werden in Anspruch genommen, sodass sich der Zahnarztbesuch vom ausschließlich beschwerdeassoziierten zunehmend hin zum auch kontrollassozierten Zahnarztbesuch bei Symptomfreiheit wandelt. Dieses Verhalten führte in den letzten Jahren zu einem stetigen und starken Kariesrückgang in dieser Altersklasse: 81,3% der Kinder in diesem Alter waren 2014 kariesfrei, dieser Wert hat sich seit der Dritten Mundgesundheitsstudie 1997 (DMS III) nahezu verdoppelt (41,8% 1997). Was jedoch gleichzeitig bedeutet, dass 1 von 5 Kindern weiterhin Karies hat, sodass auf diesem Gebiet weitere Verbesserungen wichtig und dringend sind.

Deutsche und internationale Fachgesellschaften wie die „Deutsche Gesellschaft für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde“ und die „American Dental Association“ empfehlen zweimaliges tägliches Zähneputzen morgens und abends.

Außer der Zahnbürste existieren weitere Hilfsmittel zur Mundpflege. Die Hilfsmittel, welche einem Großteil der Bevölkerung bekannt sind, sind Zahnseide, Interdentalbürsten, Mundduschen und seit geraumer Zeit innovative Hilfsmittel wie Sonicare AirFloss® von Philips. Interdentalbürsten zur approximalen Reinigung finden Anwendung in der breiten Bevölkerung. Die Anwendung mutet komfortabler, simpler und zeitsparender an als das Benutzen von Zahnseide, weshalb die Interdentalbürste häufig präferiert wird. Es gibt jedoch auch Belege dafür, dass die Reinigung mit Interdentalbürsten besonders bei jungen gesunden Patienten ohne Parodontalerkrankung traumatisierend wirken kann. Zudem muss die Größe der Interdentalbürste jedes Approximalraums angepasst werden, um diesen suffizient zu reinigen. Somit müsste bei konsequenter Umsetzung der korrekten Technik eine Vielzahl von Interdentalbürsten benutzt werden. Es ist daher fraglich, ob die Reinigung in letzter Konsequenz zeitsparender und einfacher ist, als die Anwendung von Zahnseide.

Auch gibt es zu Interdentalbürsten Studien, welche die Wirksamkeit belegen und zeigen, dass die Reinigung der Zähne mit der Zahnbürste in Kombination mit Interdentalbürsten der alleinigen Reinigung durch die Zahnbürste überlegen ist (Jackson et al. 2006). Besonders für Personen mit Parodontopathien eignen sich Interdentalbürsten gut, um die Mundhygiene hoch und somit den gesamten Zahn- und Zahnhalteapparat gesund zu erhalten. Da Personen mit Parodontitis häufig durch Lockerungen, Zahnwanderungen und Zahnverlust pathologisch erweiterte Approximalräume und durch verlorenes

Attachement höhere Sondierungstiefen aufweisen als nicht Erkrankte, ergeben sich bei ihnen andere Ansprüche an Hilfsmittel zur Interdentalraumhygiene. In diesen erweiterten Bereichen neigen Speisereste dazu, zu impaktieren, was als störend empfunden wird. Diese Personen benötigen Hilfsmittel, welche an die Größe ihrer Approximalräume angepasst sind, da mit einer herkömmlichen Zahnseide ein pathologisch erweiterter Sulcus oder Approximalraum nicht suffizient gereinigt werden kann. Für sie eignen sich Interdentalbürsten daher besser als Zahnseide zur Zahnzwischenraumhygiene.

Die aktuelle Studienlage zu Interdentalbürsten zeigt, dass die Wirksamkeit bisher vor allem an an Parodontitis erkrankten und sich deshalb in kontinuierlicher Behandlung befindenden Probanden untersucht wurde. Viele dieser Probanden waren Recall-Patienten spezieller Parodontitisbehandlungskonzepte in Zahnkliniken universitärer Einrichtungen (Jackson et al. 2006). In dieser Studie wurden 77 Recall-Patienten mit chronischer Parodontitis untersucht. Es wurden, neben weiteren Parametern, Sondierungstiefen, Papillenblutungs- und der Plaqueindex der Patienten erhoben. Eingeteilt in zwei Gruppen, erhielt eine Gruppe eine Zahnbürsten- und Zahnseideninstruktion, die andere Gruppe eine Zahnbürsten- und Interdentalbürsteninstruktion. Nach 6 und 12 Wochen wurden die Patienten erneut untersucht und die Indizes erhoben. Es zeigte sich bei beiden Gruppen eine deutliche Verbesserung aller Indizes, jedoch war die Verbesserung in der Interdentalbürstengruppe nach 6 Wochen ( $p < 0.05$ ) und nach 12 Wochen ( $p < 0.01$ ) signifikant höher als in der Zahnseidengruppe.

Ein weiterer Ansatz sind Interdentalbürsten in Kombination mit desinfizierenden Substanzen zur Bakterienkontrolle. Studien haben bereits gezeigt, dass bei Parodontitispatienten die regelmäßige Anwendung von Interdentalbürsten in Kombination mit 0,3%- Cetylpyridiniumchlorid-Gel (CPC) der Anwendung von herkömmlichen Interdentalbürsten überlegen ist (Schmidt und Jentsch 2015). In diese Studie wurden 40 Parodontitis-Erkrankte eingeschlossen und verschiedene Indizes wie der Approximale Plaqueindex, Papillenblutungsindex sowie Sondierungstiefen erhoben. Die Probanden führten für 6 Monate eine tägliche Mundhygiene mit Zahnbürste und Interdentalbürste oder Zahnbürste und Interdentalbürste in Kombination mit CPC durch. Nach 3 Monaten und 6 Monaten wurden die Indizes erneut erhoben. In beiden Gruppen verbesserten sich alle Parameter, jedoch waren nach 6 Monaten die Verbesserungen des Papillenblutungsindex und der Sondierungstiefen in der CPC-Gruppe wesentlich größer als in der Kontrollgruppe.

Inwiefern Interdentalbürsten bei Personen mit nicht parodontal geschädigtem Gebiss hilfreich sind, ist bisher wenig erforscht. Eine Studie zeigte jedoch, dass auch bei diesem Personenkreis bei der täglichen Mundhygiene Plaque besser entfernt und somit die Blutungsneigung der Gingiva signifikant reduziert wird, wenn zur Zahnbürste zusätzlich für die jeweilige Person kalibrierte Interdentalbürsten verwendet werden (Bourgeois et al. 2016). Die 46 Probanden dieser Studie wurden in eine Test- und eine Kontrollgruppe geteilt und benutzten zweimal täglich eine Handzahnbürste und einmal täglich eine auf sie kalibrierte Interdentalbürste in der Testgruppe oder nur zweimal täglich eine Handzahnbürste in der Kontrollgruppe. Die Blutungspunkte nach Benutzen der Interdentalbürste wurden zu Beginn, nach einer Woche, einem Monat und drei Monaten erhoben. Während die Werte in der Kontrollgruppe gleichbleibend waren, reduzierten sich in der Testgruppe die Blutungspunkte insgesamt nach drei Monaten um 72%, im Frontzahnbereich stärker als im Seitenzahnbereich (80% versus 69%). Somit sind Interdentalbürsten möglicherweise auch für junge Personen ohne Parodontopathien ein adäquates Mittel zur ergänzenden Mundhygiene.

Jedoch ist jeder Einsatz von Reinigungshilfen für die Interdentalräume zusätzlich zur Zahnbürste mit einem subjektiv mehr oder weniger groß wahrgenommenen Aufwand verbunden, welchen nach wie vor nur ein kleiner Teil der Gesellschaft bereit ist zu erbringen. Daher wird nach Lösungen gesucht, die Zahnzwischenraumhygiene einfacher, suffizienter und zeitsparender zu gestalten, um die Barriere weiter zu senken. Wasser in Kombination mit Luftdruck, desinfizierenden Mundspüllösungen und Ultraschall findet hier ebenfalls Verwendung. Es gibt eine Vielzahl verschiedener Systeme auf dem Markt, wovon einige wenige den Markt dominieren (Sonicare AirFloss®, Waterpik®).

Für AirFloss® wird besonders mit dem Argument geworben, dass Menschen, welche Zahnseide als umständlich empfinden und deshalb ablehnen, AirFloss® als benutzerfreundlich einstufen und regelmäßig benutzen. Das System funktioniert mit Luftdruck, welcher ein Aerosol aus Wasser oder wahlweise Mundwasser, mit welchem das Gerät befüllt wird, in die Interdentalräume sprüht und dadurch Plaque entfernen soll. Auf der Internetseite von Sonicare wird es damit beworben, „klinisch erwiesen so wirksam wie Zahnseide für die Zahnfleischgesundheit“ zu sein. Als Referenz hierfür wird eine Laborstudie genannt und dazu bemerkt „tatsächliche Ergebnisse im Mund können variieren“.

Es existiert eine Studie, in welcher der Nutzen von Airfloss® in Kombination mit einer Handzahnbürste im Vergleich zu Zahnseide in Kombination mit einer Handzahnbürste

und einer Handzahnbürste allein untersucht wird (Mwatha et al. 2017). 290 Nichtraucher wurden untersucht und Gingivaindizes wurden erhoben (Rustogi Modified Navy Plaque Index (RMNPI), Gingival Bleeding Index (GBI)). Die Personen wurden in vier Gruppen unterteilt und instruiert, zwei Mal täglich manuell die Zähne zu putzen, die zweite Gruppe benutzte zusätzlich einmal täglich Zahnseide, die dritte Gruppe einmal täglich AirFlossPro®, befüllt mit einer Mundspüllösung und die vierte Gruppe AirFlossPro®, befüllt mit einer anderen Mundspüllösung. Die Indizes wurden an Tag 14 und Tag 28 erneut erhoben. Die Personen aller drei Gruppen, welche Mittel zur Interdentalraumhygiene benutzten, verbesserten die Indizes deutlich. Keines der Hilfsmittel war dem anderen überlegen, jedoch alle der Reinigung mit der Zahnbürste allein.

Eine aktuelle Studie zeigt, dass Patienten die Benutzung als angenehm empfinden und bei regelmäßiger Anwendung Entzündungszeichen der Gingiva deutlich reduziert werden (Bertl et al. 2021). In dieser Studie benutzten die Probanden, welche alle Teil eines regelmäßigen PA-Recallprogramms waren, nach vorheriger Instruktion jeweils zwölf Wochen täglich Sonicare Airfloss® und Sonicare AirflossUltra®. 80% der Patienten gaben an, es als handlich zu empfinden, sogar zwei Drittel der Patienten gab an, es nach der Studie ihrer bisherigen Interdentalraumhygiene vorzuziehen. Entzündungsparameter (BOP) waren nach der 24-wöchigen Nutzung bei allen Probanden deutlich verringert. AirFloss® scheint ein vielversprechender Ansatz zu sein, gerade im Hinblick auf die benutzerfreundliche, einfache und zeitsparende Anwendung. Jedoch ist es klinisch noch nicht hinreichend belegt, inwieweit dieses System Plaque suffizient entfernt und somit zur Gesunderhaltung der Zähne und des Zahnhalteapparates beiträgt.

Zudem ergeben sich bei Geräten, welche permanent in Benutzung sind, komplexere Anforderungen an die Hygiene. Aktuelle Studien konnten bei diesen Geräten bei regelrechter Nutzung und Reinigung eine Kontamination mit verschiedenen Bakterien, unter anderem Streptococcus mutans, in über 95% der benutzten Geräte feststellen (Bertl et al. 2022). Hierauf hatte auch eine zweimal wöchentlich stattfindende Reinigung mit CHX keinen mildernden Einfluss. Somit besteht die Gefahr der Kolonialisierung der pathogenen Keime und bei Benutzung eine Kreuzkontamination der gesamten Mundhöhle. Dies stellt die Hersteller vor Herausforderungen, welche bei Zahnseide durch die korrekte Wickeltechnik leicht vermieden werden können.

Ein weiteres Tool zur Mundhygiene ist die Munddusche. Sie wurde in den 1960er Jahren von einem amerikanischen Ingenieur in Zusammenarbeit mit seinem Zahnarzt erfunden.

Sie gründeten daraufhin ein Unternehmen, welches von Teledyne übernommen wurde. Seit 1975 werden die Mundduschen offiziell unter dem Namen Waterpik® vertrieben. Der Markt wird von Waterpik® dominiert. Diese Marke ist so verbreitet, dass der Begriff im englischsprachigen Raum ein Deonym (für das Wort oral irrigator) ist, ähnlich wie in Deutschland „Tempo“ für Taschentuch. Es existieren mehrere Studien, welche gezeigt haben, dass eine Reinigung mit Waterpik® zusätzlich zur Zahnbürste interdentalen Plaque suffizient entfernt und zur oralen Gesundheit beiträgt. In einigen Studien war es der Reinigung mit Interdentalbürsten deutlich überlegen (Lyle et al. 2016). In einer Studie wurde gezeigt, dass mit dem Waterpik® zusätzlich zur Zahnbürste Entzündungszeichen der Gingiva (BOP, MGI) deutlich reduziert wurden (Goyal et al. 2016). Ziel der Studie war es, die Wirksamkeit von AirFloss® und Waterpik® zu vergleichen. Auch AirFloss® reduzierte die Entzündungszeichen, war Waterpik® jedoch unterlegen. Dennoch liegen zu diesen Geräten bisher zu wenige Studien vor, um ihren Nutzen fundiert beurteilen zu können.

Die Studienlage zum Nutzen von Zahnseide ist bisher nicht ausreichend, wenn auch wesentlich umfangreicher als für alle oben benannten Alternativmethoden. Hinzu kommt, dass sie bei gesunden Probanden ohne Einschränkungen zur Interdentalraumhygiene empfohlen werden kann und im Besonderen von Patienten ohne Parodontopathien der Interdentalbürste vorgezogen werden sollte. Sie ist überdies wesentlich günstiger in der Anschaffung und im Gebrauch, es muss keine passende Größe ausgesucht werden, und es gibt sie in den meisten Super- und Drogeriemärkten.

Die Anwendung von Zahnseide und ihre Effekte auf die Vermeidung plaqueassoziierter Krankheiten wie Karies, Gingivitis und Parodontopathien wird aktuell aufgrund der Studienlage kontrovers diskutiert.

Dies liegt vor allem daran, dass der positive Effekt bis heute nicht wissenschaftlich belegt ist. Er ist bis heute jedoch auch nicht widerlegt. Die Anwendung von Zahnseide in der alltäglichen Mundhygiene als Ergänzung der Zahnbürste in der Approximalraumhygiene scheint sinnvoll. Studien zeigten bereits vor fünfzig Jahren, dass durch das alleinige Reinigen der Zähne mit einer Zahnbürste proximale Plaque nicht ausreichend entfernt werden kann (Gjerme und Flötra 1970). Es scheint plausibel, dass ein Band, welches im Zahnzwischenraum mesial und distal adaptiert und dann auf und ab bewegt wird, diesen besser reinigt, als es eine Zahnbürste könnte, welche bei intakten Interdentalräumen nur von bukkal oder oral an die Zahnflächen adaptiert werden kann und dadurch den Approximalraum ausspart. Es stellt sich daher die Frage, wieso in vielen Studien kein

zusätzlicher Reinigungseffekt und somit positiver Nutzen der Zahnseide nachgewiesen werden konnte (Granath et al. 1979; Rich et al. 1989).

Im Anhang findet sich eine Zusammenstellung der relevanten Studien zur Zahnseideanwendung aufgelistet, welche in zahlreichen Publikationen zitiert und als Referenz genannt werden. Die Tabelle zeigt schematisch den Studienaufbau mit allgemeinen Informationen zu Probandenzahl und Publikationsjahr, sowie Informationen über die Art der Datenerhebung, Instruktion und Zahnseideanwendung und eine Kurzfassung der Studienergebnisse. Die Ergebnisse sind farblich unterlegt, orange zeigt keinen positiven Effekt durch die Anwendung von Floss, gelb zeigt unklare Ergebnisse und grün zeigt einen positiven Effekt durch die Anwendung von Floss.

Um die Datenlage zu strukturieren, ist es sinnvoll, die Studien danach zu unterteilen, ob ein positiver Nutzen von Zahnseide zusätzlich zur Zahnbürste nachgewiesen wurde oder nicht. Dazu zählen auch plaqueassoziierte Effekte wie BOP (Bluten auf Sondieren) und Sondierungstiefen, welche als Ersatzparameter angesehen werden können. Studien, in welchen Zahnseide einen negativen Einfluss auf die Plaqueentwicklung hatte sind nicht bekannt, jedoch hatten Probanden einer Studie, welche regelmäßig fluoridexponiert waren, ein leicht erhöhtes Kariesrisiko im Vergleich zur Kontrollgruppe, bei welcher nicht geflosst wurde (Gisselsson et al. 1994).

Die Studien, eingeteilt nach diesen Gruppen, weisen innerhalb ihres Studiendesigns Gemeinsamkeiten auf. So wurde in allen Studien, in welchen die Approximalräume durch Fachpersonal geflosst wurden (Finkelstein und Grossman 1979), bei denen die Probanden selbst flossten, jedoch keine Laien waren (Gjermeo und Flötra 1970; Granath et al. 1979) und Studien, in welchen Probanden von Fachpersonal instruiert und kontrolliert wurden (Gjermeo und Flötra 1970; Hague und Carr 2007) ein positiver Nutzen der Zahnseide auf Plaqueentfernung und Entzündungszeichen der Gingiva nachgewiesen. In der Studie von Gjermeo und Flötra wurde an 24 Zahnmedizinstudenten der Effekt von Produkten zur Approximalraumhygiene in Kombination mit Zahnbürsten untersucht. Über einen Zeitraum von 28 Tagen putzten die Studenten unterteilt in zwei Gruppen zwei Mal täglich ihre Zähne oder verwendeten zusätzlich Zahnseide oder Zahnstocher. Vor Studienbeginn, an Tag 14 und an Tag 28 wurde der Plaqueindex nach Silness und Loe erhoben, zusätzlich bekamen die Probanden im Voraus eine individuelle Instruktion. Die Studie zeigte eine Plaquereduktion um durchschnittlich 40%. Weitere Studien wiesen den positiven Nutzen von Zahnseide nach, deren Probanden keine speziellen Vorkenntnisse hatten, wie diese Studie aus dem Jahr 2008 (Terézhalmy et al. 2008). An 25 Probanden wurde hier der Nutzen von vier verschiedenen Zahnseidearten

zusätzlich zur Zahnbürste untersucht. Die Probanden durchliefen nacheinander fünf Testphasen (vier Zahnseidearten und eine Testphase, in welcher nur die Zahnbürste benutzt wurde). Zu Beginn und zum Ende jeder Testphase wurde der Plaqueindex erhoben. Die Probanden wurden zu Anfang jeder Testphase durch Fachpersonal instruiert bis das suffiziente Flossing zu Beginn der Testphase unter Aufsicht erreicht wurde. Die Studie zeigte, dass alle Zahnseidearten zu einer maßgeblich höheren Plaquereduktion führten als die Zahnbürste allein.

Eine Studie von Granath et al. aus dem Jahr 1979 zeigte dagegen keinen zusätzlichen Nutzen durch die Anwendung von Zahnseide. Bei dieser Studie flossten 140 Schulkinder über einen Zeitraum von zwei Jahren jeden Tag in der Schule eine Kieferhälfte, indem sie die Zahnseide pro Approximalraum einmalig hoch- und herabführten. Zu Beginn und zum Ende der Studie wurde ein Blutungsindex erhoben und Bissflügelaufnahmen beider Kieferseiten angefertigt, woraufhin der Nutzen beurteilt wurde im Vergleich zur Kontrollgruppe (Granath et al. 1979). Beim Betrachten der Studienlage ist offensichtlich, dass viele Studien, in denen kein positiver Nutzen durch Zahnseide nachgewiesen werden konnte, Schwächen im Studiendesign aufweisen. Die Probanden wurden nicht ausreichend instruiert, der Lerneffekt durch die Instruktion wurde nicht überprüft oder die Compliance der Probanden konnte nicht gesichert werden, da sie zu Hause flossten. In der oben genannten Studie (Granath et al. 1979) wurde täglich geflosst, was den Empfehlungen entspricht. Jedoch beschränkte sich das Flossing auf eine einmalige Auf- und Abbewegung pro Approximalraum, was der aktuellen Empfehlung zur Anwendung (mehrmaliges Hoch- und Herunterführen, dazu distal und mesial separate c-förmige Adaptierung um die jeweilige Zahnfläche) widerspricht.

Dies bestätigt die Ergebnisse einer Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2011 (Sambunjak et al. 2011) die die bisher nachgewiesenen Effekte von Zahnseide in Kombination mit der Zahnbürste zur Prävention von Zahnfleischerkrankungen und Karies bei Erwachsenen zusammenträgt. Bereits hier wird thematisiert, dass viele der existierenden Studien Schwächen bezüglich des Studiendesigns, der Instruktion, der Kontrolle der Durchführung und der erhobenen Indizes aufweisen. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass durch die in diesem Kontext betrachteten Studien ein positiver Nutzen von Zahnseide auf die Entwicklung von Zahnfleischerkrankungen nachgewiesen wurde. Ein positiver Nutzen von Zahnseide auf die Entstehung von Plaque ist dagegen nur sehr schwach belegt und zur Prävention von Karies konnte kein positiver Nutzen nachgewiesen werden. Jedoch liegt es auf der Hand, dass eine Reduzierung von Parodontopathien durch suffiziente Plaqueeliminierung und somit Reinhaltung des

dentalen Apparats erfolgt. Daher lässt sich bereits aus diesen Studien der Schluss folgern, dass Zahnseide bei korrekter Anwendung durchaus zur erfolgreichen Plaquereduktion geeignet ist.

Dass Fachpersonal diese Technik beherrscht liegt nahe. Da der Vorgang an sich jedoch durchaus komplex ist, sind Zweifel daran, ob suffizientes Flossing von einem Laien ausgeführt werden kann, sehr wohl begründet.

Erste Beobachtungsstudien aus den 1970er Jahren haben bereits gezeigt, dass eine Gruppe von 215 Personen im Alter zwischen 18 und 35 Jahren durchschnittlich nur etwa 1,5 Zähne adäquat flossen kann (Radentz et al. 1973; Radentz et al. 1975). Ähnliche Ergebnisse fanden sich in einer Übersichtsarbeit von 1996 (Warren und Chater 1996) und einer aktuelleren Videobeobachtungsstudie, die gezeigt hat, dass nur ein Proband von 100 alle Zwischenräume mit der korrekten Technik reinigen konnte (Winterfeld et al. 2015). Diese Ergebnisse zeigen, dass auf dem Gebiet des Erlernens täglicher Mundhygienemaßnahmen große Defizite bestehen.

Diese beruhen sowohl auf einer mangelhaften Umsetzung, als auch niedriger Motivation zur regelmäßigen Nutzung. Dies lässt den Schluss zu, dass Laien die Anwendung als zu kompliziert empfinden und als Folge dessen zusätzlich unmotiviert sind, die Interdentalräume täglich zu reinigen. Bereits damals wurde auf die Notwendigkeit hingewiesen, neue Herangehensweisen und alternative Methoden auszutesten, um eine suffiziente Interdentalreinigung als tägliches Tool der häuslichen Mundhygiene zu etablieren.

Oben genannte Studien zeigen jedoch, dass die suffiziente Zahnseideanwendung auch von Laien durchzuführen ist, wenn ihnen der Vorgang demonstriert wird und sie angewiesen werden. Besonderes Gewicht kommt in diesem Bereich der ausführlichen Instruktion zu, da nicht nur ein hoch komplexer Vorgang einem Laien verständlich vermittelt werden, sondern dieser gleichzeitig von der Essentialität dieses Vorgangs für die tägliche Mundhygiene überzeugt werden muss. Zusätzlich muss er oder sie motiviert werden, die Anwendung in regelmäßigen Intervallen zu wiederholen.

Die Instruktion stellt somit eine potentielle Schwachstelle bei Interventionsstudien dieser Art dar. Um vergleichbare, konstante Ergebnisse zu erzielen, ist die Gewährleistung einer über den gesamten Studienzeitraum gleichbleibenden Instruktion unabdingbar. Dies kann durch Videoinstruktionen oder durch strukturierte und standardisierte persönliche Instruktionen gewährleistet werden.

Die in der Tabelle gelisteten Studien unterscheiden sich maßgeblich in der Instruktionsmethodik.

Wie bereits herausgestellt, wurden die Probanden in allen oben gelisteten Studien mit positivem Ergebnis eingehend instruiert und teilweise kontrolliert. Dies geschah durch persönliche (Gjerme und Flötra 1970) oder durch schriftliche Instruktion und nachfolgende visuelle Kontrolle durch Fachpersonal (Hague und Carr 2007). In einem Teil der Studien wird auf die Art der Instruktion und die eventuell erfolgte Kontrolle dieser nicht näher eingegangen. Dies zeigt, dass der Instruktion teilweise wesentlich weniger Gewicht beigemessen wird als anderen Elementen, wie der Datenerhebung. Jedoch sollte der Mindeststandard jeder durchgeführten Studie unabhängig von Art und Qualität der Instruktion sein, eine exakt definierte Instruktionsmethodik zu benennen, sodass Ergebnisse valide eingeordnet und verglichen werden können.

Zusammenfassend ist nach Sichtung und Analyse der bisherigen Datenlage zum Thema Zahnseide die Vermutung gerechtfertigt, dass der nicht nachgewiesene Nutzen eher auf einer falschen Anwendung als auf tatsächlicher Nutzlosigkeit beruht. Den Fokus weiterhin auf die Interdentalreinigung mittels Zahnseide zu legen ist daher sinnvoll und legitim. Besondere Wichtigkeit kommt der richtigen und gründlichen Instruktion inklusive der Erfolgskontrolle zu. Diesen Ansatz zu verfolgen erscheint hoffnungsvoller und realistischer, als neue Methoden zu suchen, welche oft plausibel aber im Detail nicht evident sind.

## **4.2 Diskussion des Studiendesigns**

Die Beobachtung von Verhaltensmustern ist eine etablierte und weit verbreitete Methode. Es ist anzunehmen, dass Personen, die nicht wissen, dass sie beobachtet werden, sich natürlicher verhalten als solche, die davon in Kenntnis gesetzt worden sind. Allerdings ist es ethisch nicht zu vertreten, die Probanden nicht vorher in Kenntnis zu setzen. Allerdings gibt es einige Studien, die gezeigt haben, dass das Filmen oder Beobachten von Probanden während der Durchführung von bestimmten Bewegungen oder Verhaltensmustern nur einen untergeordneten Einfluss hat (Macgregor und Rugg-Gunn 1986), zumal Verhaltensmuster eine erstaunliche Konstanz über mehrere Aufzeichnungen hinweg zeigen (Ganss et al. 2009; Mierau et al. 1989; Winterfeld et al. 2015). Ein großer Einfluss des Filmens auf die Ergebnisse einer Beobachtungsstudie ist daher nicht zu erwarten, sodass ein Studiendesign akzeptiert werden kann, in dem die Probanden wissen, dass sie beim Durchführen der geforderten Bewegungen beobachtet werden.

## Diskussion

Die hier untersuchte Personengruppe ist bezogen auf die Gesamtbevölkerung nicht repräsentativ, zum einen, weil die Fallzahl limitiert ist und zum anderen, weil eine Gruppe gewählt wurde (Studierende), die leicht zu erreichen, aber gleichzeitig auch aufgrund ihres Bildungsniveaus und Abstraktionsvermögens die Mundhygieneinstruktionen schnell erfasst. Bei Studierenden ist davon auszugehen, dass sie auf Grund ihres Bildungsniveaus ein gutes Abstraktionsvermögen haben und neu Erlerntes aufnehmen und umsetzen können. Eine Person die sich im Studium befindet oder dieses abgeschlossen hat, hat im Regelfall ein Grundmaß an Intelligenz und dazu Selbstdisziplin, sich Wissen anzueignen und dieses wieder abzurufen. Daher ist davon auszugehen, dass diese Personengruppe die Instruktion versteht und auch von den sieben Tagen Übungszeit profitiert um das Flossing zu erlernen und zu üben.

Es bleibt allerdings die Frage, inwiefern sich die Ergebnisse dieser Studie verallgemeinern lässt.

Da Gruppe 2 eine individuelle Intervention vorenthalten werden sollte, wurde dieser Gruppe am Ende der Studie eine individuelle Instruktion angeboten.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war zu untersuchen, ob das Betrachten eines Demovideos mit und ohne Hands-on-Training zu einer Verbesserung der Zahnseidenanwendung (erreichte Zwischenräume und Technik) sowie zu einer Verbesserung der Selbsteinschätzung führt. Es handelt sich um eine randomisierte Interventionsstudie.

Das Studiendesign basiert primär auf vier Säulen:

- Filmen der Probanden
- Instruktion der Probanden
- Datenerhebung durch Fragebögen
- Codierung der Videos

Wir haben uns für die Videobeobachtung entschieden, da so eine sehr detaillierte und exakte Auswertung des Flossingvorgangs möglich ist. Die Videos sind beliebig oft reproduzierbar. Zusätzlich ermöglicht die benutzte Codiersoftware, die Videos in variierender Geschwindigkeit anzusehen.

Bei der Instruktion der Probanden wählten wir die Videoinstruktion für eine Gruppe der Probanden, für die andere Gruppe die Videoinstruktion in Kombination mit der persönlichen Instruktion. Die Instruktionen orientierten sich am Flossing Dexterity Index

und gaben zusätzlich praktische Ratschläge, wie der Vorgang erleichtert werden kann, zum Beispiel, eine feste Systematik einzuhalten, um keinen Bereich des Kiefers zu vergessen. Der Vorgang wurde simultan in deutscher Sprache erklärt und partiell mit Stichworten unterlegt.

Bei der persönlichen Instruktion wurde der Flossingvorgang ebenfalls erklärt, sowie ein festes Ablaufschema mit standardisierten Gesprächsabläufen festgelegt. Nach kompletter Instruktion wurde der Erfolg durch Demonstration des Flossings seitens des Probanden von der Untersucherin überprüft. Die Probanden wurden so lange instruiert, bis sie den Vorgang fehlerfrei demonstrieren konnten.

Entgegen den Erwartungen konnten keine Effekte der unterschiedlichen Instruktionsarten gezeigt werden. Daher haben wir die Videos gruppenunabhängig ausgewertet. Ob sich durch eine Erweiterung der persönlichen Instruktion, wie beispielsweise eine Remotivation, die Ergebnisse im Vergleich zur Videoinstruktion verbessern lassen, kann und müsste Gegenstand zukünftiger Studien zum Thema sein.

Die Probanden füllten nach der Videoaufzeichnung einen Fragebogen aus. Dieser beinhaltete beim ersten Termin generelle Informationen zur Person wie Geschlecht und Alter und Informationen zur häuslichen Mundhygiene. Bei jedem der drei Termine wurden subjektive Einschätzungen zum Flossingvorgang abgefragt wie der Zeitaufwand und die Schmerzhaftigkeit. Diese Fragen waren nach jedem der Termine identisch.

### 4.2.1 Codiersystem

Die Videos der Probanden wurden mit der Analysesoftware INTERACT codiert und ausgewertet. INTERACT ist eine Software vom Unternehmen Mangold, welche explizit zur Analyse von Beobachtungen entwickelt wurde. Sie kann in verschiedenen Bereichen angewandt werden, wie Eye-Tracking, Interaktionen zwischen Lebewesen oder auch zur Erfassung und Analyse von Messdaten aus der Medizin oder Physiologie. Die Daten werden mit Hilfe der Software erfasst, inhaltlich codiert und anschließend transkribiert. Somit erhält man qualitative und quantitative Daten. Diese können zusätzlich durch die Software kontextualisiert werden. Es ist möglich, durch verschiedene Filter die Daten zu selektieren um zu speziellen Fragestellungen Daten zu sortieren, auszuwerten oder in Diagramme oder Tabellen zu überführen.

Da das Codiersystem nach eigenen Fragestellungen entwickelt werden kann, ist die Software methodenunabhängig. Durch diese Möglichkeiten bietet diese Software viele Vorteile und ermöglicht ein sehr effektives und somit auch kostengünstiges Arbeiten.

Die Software wurde in der Arbeitsgruppe bereits etabliert (Ganss et al. 2009; Schlueter et al. 2013; Winterfeld et al. 2015; Schlueter et al. 2018; Ganss et al. 2018; Ganss et al. 2020).

Für die vorliegende Studie wurde das Kodiersystem weiterentwickelt. Dazu wurde das in der Arbeitsgruppe bereits vorhandene Videomaterial (Winterfeld et al. 2015) durchgesehen um ausgehend von den dort gezeigten Verhaltensweisen geeignete Parameter zu bestimmen.

Die Codes wurden in vier Hauptcodes unterteilt („Interdentalraum“, „Technik“, „Zahnfläche“, „Fädeln“), welche wiederum weiter unterteilt wurden. Daraus ergaben sich 42 verschiedene Codes (30 Unter-codes für „Interdentalraum“, 7 Unter-codes für „Technik“, 3 Unter-codes für „Zahnfläche“ und zwei Unter-codes für „Fädeln“).

Für eine exakte Analyse aller zu codierenden Ereignisse wurden die Videos vier Mal analysiert, sodass jeder Hauptcode separat codiert wurde.

Alle vier Analysen wurden zu einer kompletten Videoanalyse pro Termin pro Proband zusammengefasst. So ergaben sich insgesamt 287 codierte Videos.

### **4.3 Diskussion der Ergebnisse**

Die untersuchte Probandengruppe zeigte zu Beginn der Studie eine große Spannweite bei der Selbsteinschätzung. Die Instruktion führte jedoch dazu, dass die Anwendung der Zahnseide als einfacher und die Zwischenräume als leichter und vollständiger erreichbar empfunden wurden. Wenig änderte sich dagegen bei der Einschätzung des Zeitaufwands.

Die Selbsteinschätzung korrelierte aber nur bedingt mit den tatsächlichen Ergebnissen der Videoanalysen. So empfanden die Probanden den Zeitaufwand zwar in etwa gleich, wendeten aber im Studienverlauf tatsächlich deutlich mehr Zeit auf. Dafür kann es verschiedene Ursachen geben.

Die Probanden flossten vor der Instruktion mehrheitlich unsystematisch, was den Überblick über bereits erreichte Interdentalräume erschwert. Nach der Instruktion folgten die meisten Probanden einer festen Systematik, welche sie in mehr oder weniger hohem Tempo abarbeiteten. Obwohl die dafür aufgewendete Zeit wesentlich höher ist, könnte der Eindruck effektiver zu flossen die Zeitwahrnehmung beeinflusst haben.

Ein weiterer Grund hierfür könnte die Gewohnheit sein. Die Probanden wurden nach der Instruktion aufgefordert, das Erlernte zu Hause zu üben. Studien haben belegt, dass

## Diskussion

Probanden die aufgewendete Zeit subjektiv kürzer einschätzen, wenn sie Dinge ausführen in denen sie routiniert sind (Avni-Babad und Ritov 2003).

Die Werte für den Schwierigkeitsgrad stiegen von 5,9 bei T1 auf 8,2 bei T3 an. Obwohl die Probanden nach der Instruktion mit wesentlich besserem Ergebnis flossten, empfanden sie den Vorgang an sich als deutlich schwieriger. Dies ist plausibel, da viele der Probanden vor der Instruktion mit einer simplen „rein-raus“-Bewegung flossten, die Instruktion aber eine vertikale, distal und mesial im Approximalraum separate Bewegung in Kombination mit einer speziellen Wickeltechnik für die Finger zeigt.

Die Werte für die erreichten Zahnzwischenräume stiegen im Frontzahnbereich von 7,8 (T1) auf 9 (T3) und im Seitenzahnbereich von 4,9 (T1) auf 7,2 (T3). Diese Werte korrelieren mit den Werten der Videoanalyse. Während die Probanden bei T1 im Median 8 Frontzähne, 4 Prämolaren und 1 Molaren erreichten, wurden bei T3 im Median alle Frontzähne, 7 Prämolaren und 6 Molaren erreicht.

Ein positives Ergebnis ist, dass etwa die Hälfte der Teilnehmer bereits vor der Instruktion alle Zwischenräume erreichte, allerdings waren nur vier von 97 teilnehmenden Personen in der Lage, auch mit der richtigen Technik zu flossen. Der Großteil der Probanden verweilte wesentlich zu kurz in den jeweiligen Approximalräumen und bewegte die Zahnseide zu wenig, um den Approximalraum adäquat zu reinigen. Dies war bei den meisten Probanden gepaart mit einem unsteten und unsystematischen Vorgehen, welches dazu führte, dass manche Approximalräume mehrfach, andere jedoch gar nicht geflosst wurden. Obwohl sich die Probanden von T1 zu T3 in allen Parametern deutlich verbesserten, waren trotz Instruktion nur wenige in der Lage, alle Zahnzwischenräume korrekt zu erreichen. So konnten die Probanden insgesamt zwischen 78% und 95% der erreichten Zwischenräume korrekt zu flossen, aber nur 45% der Probanden konnten die korrekte Technik in allen Zwischenräumen umsetzen.

Es muss also die Frage gestellt werden, wieso so wenige Probanden trotz Instruktion und Übungszeit in der Lage waren, das komplette Gebiss suffizient zu flossen.

Dies liegt sicherlich einerseits daran, dass die Anwendung von Zahnseide in der häuslichen Mundhygiene bis heute nicht etabliert ist. Von den Probanden dieser Studie gaben lediglich zwei an, Zahnseide mehr als einmal täglich zu verwenden, 21 Probanden gaben an, diese einmal täglich zu verwenden und 52 Probanden verwendeten Zahnseide weniger als einmal pro Woche oder überhaupt nicht. Dies entspricht 53,6% der Probanden. Nur 24 der teilnehmenden Probanden gaben an, jemals eine Instruktion zur richtigen Anwendung von Zahnseide erhalten zu haben. Die Beobachtungsdaten

spiegeln auch die Daten zur Selbsteinschätzung wider- viele Teilnehmer empfanden die Anwendung von Zahnseide als schwierig und zeitaufwändig und glaubten, speziell die Seitenzähne nur bedingt zu erreichen.

Die Instruktion führte jedoch zu einer deutlichen Verbesserung aller Parameter. Der Großteil der Probanden übernahm aus der Instruktion den Ratschlag, systematisch und immer schematisch gleich zu flossen. Dies führte dazu, dass wesentlich seltener Zahnzwischenräume ausgelassen wurden. Nach Instruktion flosste die Mehrheit der Probanden mit der gewünschten vertikalen Technik, jedoch auch sehr viele mit der horizontalen Technik und einige mit einer Kombination aus beiden Techniken.

Besonders im Seitenzahnbereich war zu beobachten, dass auffallend viele Probanden nach Instruktion dort mit horizontalen Bewegungen oder der Kombination aus vertikalen und horizontalen Bewegungen flossten. Offensichtlich war es für die Probanden im Seitenzahnbereich wesentlich schwieriger, die vertikale Bewegung durchzuführen, als im Frontzahnbereich.

Möglicherweise liegt dies an der Umstellung der Motorik von Bewegungen von links nach rechts/rechts nach links beim Wechsel des Approximalkontakts im Frontzahnbereich auf eine Bewegung von mesial nach distal/distal nach mesial im Seitenzahnbereich. Hinzu kommt, dass im Seitenzahnbereich eine Bewegung von rechts nach links oder revers im Spiegel wesentlich besser zu sehen und damit zu kontrollieren ist, als eine vertikale Bewegung. Diese Faktoren könnten zu diesem Ergebnis beigetragen haben.

Es wäre zu erwarten gewesen, dass eine praktische Übung die rein visuelle Instruktion unterstützen würde. Das zusätzliche Hands-on-Training hatte jedoch für keinen der untersuchten Parameter einen Vorteil.

Die Ergebnisse unserer Studie ähneln stark denen einer Studie aus den 1970er Jahren.

In der Studie aus dem Jahr 1975 wurden die Effekte einer Videoinstruktion kombiniert mit einer individuellen Instruktion untersucht.

Es nahmen 240 Probanden an der Studie teil, diese wurden in zwei Gruppen unterteilt. Alle Probanden flossten das Gebiss unter Aufsicht und ihre Technik wurde evaluiert (Baseline). Danach folgte eine Videoinstruktion. Die Fernsehsequenz dauerte 45 Minuten und enthielt Informationen zur Entstehung von Karies, zur Rolle von Präventionsmaßnahmen und Mundhygienetechniken. Während des Films wurde die korrekte Verwendung von Zahnbürste und Zahnseide praktisch durch Zahnärzte demonstriert. Dabei wurden die Teilnehmer aufgefordert, parallel mit dem Übungsleiter

## Diskussion

zu flossen (Radentz et al. 1973). An Tag 7 folgte eine individuelle Instruktion mit Hands-on-Training durch einen Zahnarzt. Diese Instruktion dauerte ebenfalls etwa 45 Minuten. Die Durchführung der Zahnseideanwendung wurde an Tag 7 und an Tag 28 erneut durch Zahnärzte kontrolliert.

Beim ersten Termin (Baseline) flossten lediglich 7,5% der Probanden suffizient. Dieser Wert erhöhte sich zu T2 (Tag 7) auf 73,7% und zu T3 (Tag 28) auf 94%. Nach der Instruktion konnten die Personen mit individueller praktischer Übung 65% und die Personen mit Fernsehinstruktion 77% der jeweils untersuchten Zwischenräume richtig flossen (nicht instruierte Kontrollgruppe: 12%). Dies bestätigt, dass durch korrekte Instruktion auch Laien in der Lage sind, Zahnseide suffizient anzuwenden.

Im Vergleich zu der vorliegenden Studie waren die jeweiligen Instruktionen in oben genannter Studie aus 1975 wesentlich ausführlicher. Sie dauerten etwa zehnmals so lang (45 min versus 3-5 min) und waren, durch Demonstration parallel zum Informationsvideo, personalintensiver.

Somit ist es ein durchaus erstaunlicher und sehr positiver Befund, dass man mit wesentlich kürzeren Instruktionen zu gleich guten Ergebnissen kommt und dass bereits eine einfache Videoinstruktion verhältnismäßig gute Ergebnisse erzielen kann.

Die Gründe, warum Zwischenraumhygiene einen solch schwachen Zuspruch erfährt und nicht umgesetzt wird, sind sicher komplex. Einerseits können psychologische Konstellationen relevant sein, etwa Selbstwirksamkeitsüberzeugungen (Hamilton et al. 2017) andererseits kann bereits die Vorstellung, die Anwendung von Zahnseide sei schwierig, ebenso wie tatsächliche manuelle Hindernisse das Flossing erschweren (Mattos-Silveira et al. 2017).

Die korrekte Anwendung ist ein komplexer Vorgang, welcher, wie diese Studie bestätigt, ohne korrekte Instruktion nicht adäquat durchführbar ist. Auch mit Instruktion und Übung bleibt die Anwendung schwierig und fehleranfällig. Es ist also Voraussetzung, dass der Proband sich mit dem Thema Zahnseide und deren Anwendung auseinandersetzt und aktiv Zeit damit verbringt, den Flossingvorgang zu erlernen.

Speziell vor diesem Hintergrund ist es ein positives und motivierendes Ergebnis, dass die Teilnehmer die Zahnseidenanwendung am Ende der Studie als deutlich einfacher empfanden als zu Beginn.

Ein interessanter Befund war, dass Frauen schneller in der Lage waren, die Technik korrekt umzusetzen. In diesem Zusammenhang konnte gezeigt werden, dass die

motorische Entwicklung vom Kindergarten- bis zum Jugendalter für die Geschlechter unterschiedlich verläuft. Während Jungen einfache motorische Aufgaben schneller als Mädchen ausführen, scheint es bei komplexeren Aufgaben umgekehrt zu sein (Largo et al. 2003). Dieser Unterschied zeigte sich jedoch nur zu T2, nicht mehr zu T3. Dies bedeutet, dass Männer eine längere Übungszeit brauchen und möglicherweise von einer zusätzlichen Remotivation profitieren könnten um dadurch ihre Ergebnisse noch weiter zu optimieren.

Obwohl Frauen gleich gute Erfolge vorwiesen wie Männer und dies sogar in kürzerer Zeit, schätzte sich der Großteil von ihnen im Fragebogen schlechter ein, als er tatsächlich war. Die Männer dagegen schätzten sich im Durchschnitt deutlich besser ein als die Frauen und somit realistischer. Dies zeigt, dass Genderaspekte bei der Mundhygieneinstruktion möglicherweise eine größere Rolle spielen als bisher angenommen.

Die Ergebnisse dieser Studie sind nur erste Hinweise, jedoch sollte darüber nachgedacht werden, zahnärztliche Prophylaxe nicht wie bisher nur nach Altersgruppe zu spezifizieren, sondern auch nach Geschlecht.

Ein weiteres Ergebnis war, dass Probanden, die bereits Erfahrung mit Zahnseide und auch vorgängige Instruktionen hatten, mehr Zwischenräume erreichen konnten als Unerfahrene. Jedoch unterschieden sie sich nicht in Bezug auf die korrekte Umsetzung der Technik. Dieses Ergebnis zeigt, dass jegliche Versuche zur Verbesserung der Interdentalhygiene hilfreich sein können, auch wenn sie nicht sogleich zum Erfolg führen, da es auch bereits eine Verbesserung ist, dass vorher Instruierte mehr Zwischenräume erreichen, als nicht Instruierte. Von T2 zu T3 nivellierte sich dieser Unterschied jedoch.

Es muss sich erweisen, inwieweit die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung generalisierbar sind. In der vorliegenden Studie wurde eine Gruppe von Personen gewählt (Studierende), die leicht zu erreichen ist, deren Bildungsniveau aber auch ein gutes Aufnahmevermögen für Informationen vermuten lässt und es ist unklar, inwieweit sich die Ergebnisse auch auf andere Personengruppen übertragen lassen. Trotz aller Erfolge blieb eine kleine Personengruppe, die das Flossing nur bedingt erlernen konnte. Ob deren Motivationslage, manuelle Fähigkeiten oder auch die visuelle Aufnahmefähigkeit erklärend sind, kann mit dieser Studie nicht beantwortet werden. Für diese Gruppe wären möglicherweise weiterführende Instruktionsmethoden zu entwickeln.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass bereits eine einfache Videoinstruktion zu einer deutlichen Verbesserung der Zahnseideanwendung führen kann. Damit stellt das Demovideo sowohl für die Individualprophylaxe in der Praxis als auch für die Gruppenprophylaxe möglicherweise ein effektives und leicht einzusetzendes Tool zur Verbesserung der Interdentalraumhygiene dar. Ein Demovideo ist speziell über neue Medien leicht zu verbreiten, so dass im Besonderen Jugendliche und junge Erwachsene erreicht werden können.

Unsere Ergebnisse können daher auch dazu ermutigen, die Interdentalraumhygiene im bleibenden Gebiss frühzeitig als festen Bestandteil häuslicher Mundhygiene zu verankern. Damit rückt das Ziel näher, die Interdentalhygiene bereits bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen ähnlich gut zu etablieren, wie es mit Zahnbürsten bereits gelungen ist.

### **4.4 Ausblick**

Diese Studie kann ein Grundpfeiler für weitere Studien zur Zahnseidenutzung sein. Das Setting und die erarbeitete Codierungs- und Analysetechnik kann leicht modifiziert auch auf andere Mundhygienetools übertragen werden.

Weitere Studien zum Thema Wirksamkeit von Zahnseide können hieran anknüpfen und die Fragestellung untersuchen, ob Zahnseide, wenn sie korrekt angewandt wird, Plaque und somit Entzündungsparameter der Gingiva signifikant reduziert. Dies würde nach derzeitigem Wissensstand direkt auf eine Kariesreduktion durch Zahnseide hindeuten.

Die Studienergebnisse zeigen, dass die einmalige Videoinstruktion genau so effizient zum Lernerfolg führt wie eine einmalige Videoinstruktion kombiniert mit einem individuellen Hands-on-Training. Jedoch setzten auch zum dritten Termin nicht alle Probanden die Technik korrekt um. Dies sollte zum Anlass genommen werden, weitere Studien zur Zahnseideanwendung durchzuführen und zu erforschen, warum ein zusätzliches einmaliges Hands-on-Training keinen positiven Effekt hatte. Es wäre durchaus denkbar, dass durch eine Remotivation zu einem der Zeitpunkte oder durch eine Kombination von Videoinstruktion und individueller Instruktion zum nächsten Zeitpunkt die guten Lernerfolge der Probanden noch weiter gesteigert werden könnten. Hier wäre auch interessant zu untersuchen, ob der Lernerfolg bei einer Langzeitkontrolle nach drei oder sechs Monaten erneut reproduzierbar ist. Weiterhin wäre denkbar, solche Instruktionen in Apps umzusetzen, wie sie bereits für Mundhygieneinstruktionen existieren.

Einer der wichtigsten Kritikpunkte an dieser Studie ist, dass die Ergebnisse ohne weiterführende Arbeiten zum Thema nur bedingt einen Rückschluss darauf zulassen, ob Zahnseide korrekt angewandt interdental Plaque suffizient entfernen kann. Es wurde ausschließlich untersucht, ob die Anwendung von Zahnseide erlernbar ist und welche Methode hierfür die besten Ergebnisse erzielt. Es wurde auf die Erhebung von Plaque- und anderer Indizes verzichtet. Somit kann der generelle Nutzen von Zahnseide nicht hinreichend belegt werden. Weitere Studien sollten untersuchen, ob mit der korrekten Anwendung von Zahnseide, wie sie heute empfohlen wird, auch tatsächlich eine suffiziente Entfernung von Plaque verbunden ist. Da es bislang keine Methode gibt, Plaque im Interdentalraum zu quantifizieren, müsste hier eine weitere Methodenentwicklung erfolgen.

Weiterhin wurden junge Studierende untersucht. Inwieweit ältere Patienten eine Videoinstruktion umsetzen können wird mit dieser Studie nicht geklärt, ebenso wenig, welchen Einfluss der Bildungsgrad des Probanden auf die Gesamtperformance hat. Teil weiterführender Studien zum Thema kann somit sein, die Instruktionsarten erneut zu modifizieren und zu individualisieren.

## **5 Zusammenfassung**

Die Reinigung der Zahnzwischenräume beispielsweise mit Zahnseide galt bislang als essentieller Bestandteil der täglichen Mundhygiene. Der Nutzen dieser Maßnahme speziell zur Prävention von Approximalkaries wurde bislang jedoch nicht ausreichend wissenschaftlich belegt, weshalb die Empfehlung von Zahnseide derzeit kontrovers diskutiert wird.

Zielkriterien der bisher durchgeführten Studien zur Effektivität von Zahnseide waren Parameter wie DMF-, Plaque- oder Ginivaindizes, nicht jedoch, ob Zahnseide im Rahmen der jeweiligen Untersuchung korrekt angewandt wurde. Richtiges Flossing ist technisch anspruchsvoll, dementsprechend hat eine Videounter suchung gezeigt, dass nur etwa 1% junger Erwachsener Zahnseide richtig anzuwenden versteht. Es liegt somit der Schluss nahe, dass die limitierten Effekte des Flossings auf mangelnder Umsetzung statt auf tatsächlicher Nutzlosigkeit beruhen. Daher kommt der effektiven Vermittlung von angemessenen Interdentalraumhygienetechniken eine essentielle Bedeutung zu.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war zu untersuchen, ob junge Erwachsene nach Betrachten eines Demovideos mit und ohne Hands-on-Training die richtige Anwendung von Zahnseide erreichen können.

## Zusammenfassung

Bei der Studie handelt es sich um eine randomisierte Interventions- und Beobachtungsstudie, in die 97 Probanden im Alter von 18-35 Jahren eingeschlossen wurden. Sie beinhaltete die Instruktion durch Anschauen eines Demovideos und zusätzliches Hands-on-Training (Gruppe 1) oder die Instruktion durch Anschauen des Demovideos ohne zusätzliches Hands-on-Training (Gruppe 2). Die Zahnseideanwendung wurde vor Instruktion (T1) sowie nach Instruktion und zwei Übungsintervallen von je einer Woche (T2 und T3) mit einer Videokamera aufgezeichnet. Zusätzlich wurden Fragebögen zur Selbsteinschätzung der Zahnseidenanwendung ausgefüllt.

Untersuchungsparameter waren die Anzahl erreichter Zahnzwischenräume und die Zahnseidetechnik (Art der Bewegung, Reinigung der Mesial- und Distalflächen) sowie neben Basisfragen zur Zahnseide die Selbsteinschätzung auf Analogskalen (Schwierigkeit, Erreichen aller Zwischenräume, Zeitbedarf, Schmerzhaftigkeit).

Vor Instruktion konnten nur etwa 4% der Teilnehmer vollständig richtig flossen. Ohne Unterschied führten beide Instruktionsarten zu einer deutlichen Verbesserung aller Instruktionsparameter. Der größte Effekt trat bereits von T1 zu T2 auf, zu T3 fanden sich jedoch auch weiterhin Verbesserungen. Am Ende der Studie konnten 45% der Teilnehmer vollständig richtig flossen, weitere 33% zeigten deutliche Verbesserungen: 16,5% erreichten alle Zwischenräume, konnten die Technik jedoch nicht vollständig umsetzen, weitere 16,5% konnten die Technik vollständig umsetzen, erreichten jedoch nicht alle Zwischenräume. Nach Instruktion empfanden die Teilnehmer die Anwendung als weniger schwierig und glaubten, mehr Zahnzwischenräume zu erreichen, schätzten den Zeitaufwand aber höher ein. Frauen konnten die richtige Technik schneller umsetzen, schätzten ihre Fähigkeiten jedoch wesentlich schlechter ein. Die Männer schätzten sich selbst besser und somit realistischer ein.

Diese Ergebnisse zeigen, dass bereits eine einfache Videoinstruktion zu einer deutlichen Verbesserung der Zahnseideanwendung führen kann. Damit stellt das Demovideo sowohl für die Individualprophylaxe in der Praxis als auch für die Gruppenprophylaxe möglicherweise ein effektives und leicht einzusetzendes Tool zur Verbesserung der Interdentalraumhygiene dar. Unsere Ergebnisse können auch dazu ermutigen, die Interdentalraumhygiene im bleibenden Gebiss frühzeitig als regelmäßigen, festen Bestandteil häuslicher Mundhygiene zu etablieren.

## 5 Summary

The cleaning of proximal spaces e.g. with dental floss took place as an essential feature of oral hygiene and health so far. The benefit concerning the reduction of interdental caries is not scientifically proven today leading to the fact that the recommendation of dental floss is controversially discussed among experts and in public.

Previous studies on the subject investigated parameters like DMF, plaque and gingiva indices but did not regard whether dental floss was used in a proper way.

Proper flossing is challenging according to this a video analysis revealed that only 1% of young adults were able to use dental floss correctly.

It seems reasonable to conclude that the limited impact of flossing is mainly rooted in deficient implementation than in factual futility.

Therefore, special emphasis should be placed on efficacious mediation of flossing technique.

Aim of this study was to investigate whether young adults were able to use dental floss in an adequate way after watching a demo video with and without an individualised hands-on training.

The study is a randomised intervention and observational study including 97 subjects at the age of 18-35.

Subjects flossed while being video filmed through a mirror at baseline and after two seven-day intervals. After the first recording subjects were instructed by watching a demo video plus an individualised hands-on training (group 1) or by watching the demo video only (group 2). In addition to that, subjects answered a questionnaire after each recording.

Parameters of interest were number of reached proximal spaces, flossing technique (type of movement, cleaning mesial and distal surfaces) and general information in combination with self-evaluation based on an analogue scale concerning difficulty, reach of proximal spaces, time requirement and painfulness.

Before instruction only 4% of the subjects flossed all proximal spaces correctly. Both types of instruction led to a marked enhancement of all parameters. The sharpest improvement occurred from T1 (baseline) to T2 but to T3 an upgrade was still apparent.

## Summary

Finally, 45% of all subjects were able to floss all proximal spaces correctly, another 33% showed a significant improvement. 16.5% flossed technically correct but did not reach all proximal spaces.

After instruction, subjects evaluated flossing itself as more easy and assessed themselves being capable of reaching more proximal spaces but evaluated the time required to be higher.

Female subjects were able to implement the right technique faster but evaluated themselves inferior than males who evaluated themselves more realistic.

These results show that single video instruction leads to highly enhanced flossing skills. Regarding this fact the demo video could be an important tool both in individual prophylaxis and in group prophylaxis for a considerable improvement of interdental and oral hygiene. Besides that the results could be the trigger to establish interdental hygiene in the permanent dentition as a steady standard in domestic oral care.

## 6 Abkürzungsverzeichnis

BOP	Bleeding on Probing, deutsche Übersetzung: Blutung auf Sondieren
GI	Gingivaindex nach Silness und Loe
MGI	Modified Gingival Index, deutsche Übersetzung: Modifizierter Gingivaindex
FDI	Flossing Dexterity Index
PI	Plaqueindex nach Silness und Loe
PBI	Papillenblutungsindex nach Saxer und Mühlemann

## 7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zeitliche Abfolge der Studie unterteilt nach Gruppenzuordnung.....	10
Abbildung 2: Videoanalyse eines Probanden zu Termin 1 (T1) .....	14
Abbildung 3: Videoanalyse eines Probanden zu Termin 3 (T3) .....	14
Abbildung 4: Wert für die Selbsteinschätzung zu den Terminen 1 bis 3 .....	18
Abbildung 5: Anzahl erreichter Zahnzwischenräume Termin 1-3 .....	20
Abbildung 6: Anzahl der beobachteten Techniken über alle Probanden .....	21
Abbildung 7: Anteil korrekter Technik zu den Terminen 1 bis 3.....	22
Abbildung 8: Selbsteinschätzung zum Erreichen aller Zwischenräume.....	23

## 8 Literaturverzeichnis

- Avni-Babad, Dinah; Ritov, Ilana (2003): Routine and the perception of time. In: *Journal of experimental psychology. General* 132 (4), S. 543–550. DOI: 10.1037/0096-3445.132.4.543.
- Barnes, Caren M.; Russell, Carl M.; Reinhardt, Richard A.; Payne, Jeffrey B.; Lyle, Deborah M. (2005): Comparison of irrigation to floss as an adjunct to tooth brushing. Effect on bleeding, gingivitis, and supragingival plaque. In: *The Journal of clinical dentistry* 16 (3), S. 71–77.
- Bellamy, P.; Barlow, A.; Puri, G.; Wright, K. I. T.; Mussett, A.; Zhou, X. (2004): A new in vivo interdental sampling method comparing a daily flossing regime versus a manual brush control. In: *The Journal of clinical dentistry* 15 (3), S. 59–65.
- Berchier, C. E.; Slot, D. E.; Haps, S.; van der Weijden, G. A. (2008): The efficacy of dental floss in addition to a toothbrush on plaque and parameters of gingival inflammation. A systematic review. In: *International journal of dental hygiene* 6 (4), S. 265–279. DOI: 10.1111/j.1601-5037.2008.00336.x.
- Bergenholtz, A.; Brithon, J. (1980): Plaque removal by dental floss or toothpicks. An intra-individual comparative study. In: *Journal of clinical periodontology* 7 (6), S. 516–524. DOI: 10.1111/j.1600-051x.1980.tb02158.x.
- Bertl, Kristina; Edlund Johansson, Pia; Stavropoulos, Andreas (2021): Patients' opinion on the use of 2 generations of power-driven water flossers and their impact on gingival inflammation. In: *Clinical and experimental dental research* 7 (6), S. 1089–1095. DOI: 10.1002/cre2.456.
- Bertl, Kristina; Geissberger, Chiara; Zinndorf, David; Johansson, Pia Edlund; Al-Shammari, Hatem; Eick, Sigrun; Stavropoulos, Andreas (2022): Bacterial colonisation during regular daily use of a power-driven water flosser and risk for cross-contamination. Can it be prevented? In: *Clinical oral investigations* 26 (2), S. 1903–1913. DOI: 10.1007/s00784-021-04167-1.
- Carter-Hanson, C.; Gadbury-Amyot, C.; Killooy, W. (1996): Comparison of the plaque removal efficacy of a new flossing aid (Quik Floss) to finger flossing. In: *Journal of clinical periodontology* 23 (9), S. 873–878. DOI: 10.1111/j.1600-051x.1996.tb00626.x.
- Finkelstein, P.; Grossman, E. (1979): The effectiveness of dental floss in reducing gingival inflammation. In: *Journal of dental research* 58 (3), S. 1034–1039. DOI:

10.1177/00220345790580030101.

Ganss, C.; Duran, R.; Winterfeld, T.; Schlueter, N. (2018): Tooth brushing motion patterns with manual and powered toothbrushes-a randomised video observation study. In: *Clinical oral investigations* 22 (2), S. 715–720. DOI: 10.1007/s00784-017-2146-7.

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

Ganss, Carolina; Klein, Patrick; Giese-Kraft, Katja; Meyners, Michael (2020): Validation of motion tracking as tool for observational toothbrushing studies. In: *PloS one* 15 (12), e0244678. DOI: 10.1371/journal.pone.0244678.

Gisselsson, H.; Birkhed, D.; Björn, A. L. (1994): Effect of a 3-year professional flossing program with chlorhexidine gel on approximal caries and cost of treatment in preschool children. In: *Caries research* 28 (5), S. 394–399. DOI: 10.1159/000262008.

Gjerme, P.; Flötra, L. (1970): The effect of different methods of interdental cleaning. In: *Journal of periodontal research* 5 (3), S. 230–236. DOI: 10.1111/j.1600-0765.1970.tb00722.x.

Goyal, C. Ram; Lyle, Deborah M.; Qaqish, Jimmy G.; Schuller, Reinhard (2016): Comparison of Water Flosser and Interdental Brush on Reduction of Gingival Bleeding and Plaque. A Randomized Controlled Pilot Study. In: *The Journal of clinical dentistry* 27 (2), S. 61–65.

Granath, L. E.; Martinsson, T.; Matsson, L.; Nilsson, G.; Schröder, U.; Söderholm, B. (1979): Intraindividual effect of daily supervised flossing on caries in schoolchildren. In: *Community dentistry and oral epidemiology* 7 (3), S. 147–150. DOI: 10.1111/j.1600-0528.1979.tb01203.x.

Graves, R. C.; Disney, J. A.; Stamm, J. W. (1989): Comparative effectiveness of flossing and brushing in reducing interproximal bleeding. In: *Journal of periodontology* 60 (5), S. 243–247. DOI: 10.1902/jop.1989.60.5.243.

Hague, Anne L.; Carr, Michele P. (2007): Efficacy of an automated flossing device in different regions of the mouth. In: *Journal of periodontology* 78 (8), S. 1529–1537. DOI: 10.1902/jop.2007.060512.

Halla-Júnior, Ronald; Oppermann, Rui Vicente (2004): Evaluation of dental flossing on a group of second grade students undertaking supervised tooth brushing. In: *Oral*

- health & preventive dentistry* 2 (2), S. 111–118. DOI: 103290/j.ohpd.a9212
- Hamilton, Kyra; Bonham, Mikaela; Bishara, Jason; Kroon, Jeroen; Schwarzer, Ralf (2017): Translating Dental Flossing Intentions into Behavior. A Longitudinal Investigation of the Mediating Effect of Planning and Self-Efficacy on Young Adults. In: *International journal of behavioral medicine* 24 (3), S. 420–427. DOI: 10.1007/s12529-016-9605-4.
- 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. In: *Journal of periodontology* 44 (7), S. 411–413. DOI: 10.1902/jop.1973.44.7.411.
- Horowitz, A. M.; Suomi, J. D.; Peterson, J. K.; Lyman, B. A. (1977): Effects of supervised daily dental plaque removal by children. II. 24 months' results. In: *Journal of public health dentistry* 37 (3), S. 180–188. DOI: 10.1111/j.1752-7325.1977.tb02897.x.
- Horowitz, A. M.; Suomi, J. D.; Peterson, J. K.; Voglesong, R. H.; Mathews, B. L. (1976): Effects of supervised daily dental plaque removal by children. First-year results. In: *Journal of public health dentistry* 36 (3), S. 193–200. DOI: 10.1111/j.1752-7325.1976.tb02596.x.
- Hujoel, P. P.; Cunha-Cruz, J.; Banting, D. W.; Loesche, W. J. (2006): Dental flossing and interproximal caries. A systematic review. In: *Journal of dental research* 85 (4), S. 298–305. DOI: 10.1177/154405910608500404.
- Jackson, Margaret A.; Kellett, Margaret; Worthington, Helen V.; Clerehugh, Valerie (2006): Comparison of interdental cleaning methods. A randomized controlled trial. In: *Journal of periodontology* 77 (8), S. 1421–1429. DOI: 10.1902/jop.2006.050360.
- Jordan, Rainer A.; Bodechtel, Constanze; Hertrampf, Katrin; Hoffmann, Thomas; Kocher, Thomas; Nitschke, Ina et al. (2014): The Fifth German Oral Health Study (Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie, DMS V) - rationale, design, and methods. In: *BMC oral health* 14, S. 161. DOI: 10.1186/1472-6831-14-161.
- Largo, R. H.; Fischer, J. E.; Rousson, V. (2003): Neuromotor development from kindergarten age to adolescence. Developmental course and variability. In: *Swiss medical weekly* 133 (13-14), S. 193–199. DOI: 10.4414/smw.2003.09883.
- Loe, H.; Theilade, E.; Jensen, S. B. (1965): Experimental Gingivitis in man. In: *The Journal of periodontology* 36, S. 177–187. DOI: 10.1902/jop.1965.36.3.177.
- Löe, H. (2000): Oral hygiene in the prevention of caries and periodontal disease. In:

- International dental journal* 50 (3), S. 129–139. DOI: 10.1111/j.1875-595x.2000.tb00553.x.
- Lyle, Deborah M.; Goyal, C. Ram; Qaqish, Jimmy G.; Schuller, Reinhard (2016): Comparison of Water Flosser and Interdental Brush on Plaque Removal. A Single-Use Pilot Study. In: *The Journal of clinical dentistry* 27 (1), S. 23–26.
- Macgregor, I. D.; Rugg-Gunn, A. J. (1986): Effect of filming on toothbrushing performance in uninstructed adults in north-east England. In: *Community dentistry and oral epidemiology* 14 (6), S. 320–322. DOI: 10.1111/j.1600-0528.1986.tb01082.x.
- Mattos-Silveira, J.; Matos-Lima, B. B.; Oliveira, T. A.; Jarroug, K.; Rego, R. V.; Reyes, A. et al. (2017): Why do children and adolescents neglect dental flossing? In: *European archives of paediatric dentistry : official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry* 18 (1), S. 45–50. DOI: 10.1007/s40368-016-0266-4.
- Mierau, H. D.; Haubitz, I.; Völk, W. (1989): Gewohnheitsmuster beim Gebrauch der Handzahnbürste. 1. In: *Deutsche zahnärztliche Zeitschrift* 44 (11), S. 836–841.
- Mwatha, Anthony; Olson, Misty; Souza, Sonia; Ward, Marilyn; Jenkins, Wendy; Amini, Pejmon et al. (2017): Gingival Health and Plaque Regrowth Response Following a Four-Week Interdental Hygiene Intervention. In: *The Journal of clinical dentistry* 28 (1 Spec No A), A36-44.
- Radentz, W. H.; Barnes, G. P.; Carter, H. G.; Ailor, J. E.; Johnson, R. M. (1973): An evaluation of two techniques of teaching proper dental flossing procedures. In: *Journal of periodontology* 44 (3), S. 177–182. DOI: 10.1902/jop.1973.44.3.177.
- Radentz, W. H.; Barnes, G. P.; Kenigsberg, H. S.; Carter, H. G. (1975): Teaching dental flossing to patients via television reinforced by individual instructions. In: *Journal of periodontology* 46 (7), S. 426–429. DOI: 10.1902/jop.1975.46.7.426.
- Rich, S. K.; Friedman, J. A.; Schultz, L. A. (1989): Effects of flossing on plaque and gingivitis in third grade schoolchildren. In: *Journal of public health dentistry* 49 (2), S. 73–77. DOI: 10.1111/j.1752-7325.1989.tb02029.x.
- Robinson, E. (1976): A comparative evaluation of the Scrub and Bass Methods of toothbrushing with flossing as an adjunct (in fifth and sixth graders). In: *American journal of public health* 66 (11), S. 1078–1081. DOI: 10.2105/ajph.66.11.1078.
- Sambunjak, Dario; Nickerson, Jason W.; Poklepovic, Tina; Johnson, Trevor M.; Imai, Pauline; Tugwell, Peter; Worthington, Helen V. (2011): Flossing for the

- management of periodontal diseases and dental caries in adults. In: *The Cochrane database of systematic reviews* (12), CD008829. DOI: 10.1002/14651858.CD008829.pub2.
- Schlueter, N.; Klimek, J.; Ganss, C. (2013): Relationship between plaque score and video-monitored brushing performance after repeated instruction--a controlled, randomised clinical trial. In: *Clinical oral investigations* 17 (2), S. 659–667. DOI: 10.1007/s00784-012-0744-y.
- Schlueter, Nadine; Winterfeld, Katrin; Quera, Vicenç; Winterfeld, Tobias; Ganss, Carolina (2018): Toothbrushing Systematics Index (TSI) - A new tool for quantifying systematics in toothbrushing behaviour. In: *PloS one* 13 (4), e0196497. DOI: 10.1371/journal.pone.0196497.
- Schmage, P.; Platzer, U.; Nergiz, I. (1999): Comparison between manual and mechanical methods of interproximal hygiene. In: *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)* 30 (8), S. 535–539.
- Schmidt, Bastian; Jentsch, Holger (2015): Comparison Between Two Interproximal Cleaning Procedures in Periodontitis Patients. A Six-month, Single-blind, Randomised Controlled Clinical Trial. In: *Oral health & preventive dentistry* 13 (3), S. 205–211. DOI: 10.3290/j.ohpd.a32680.
- Suomi, J. D.; Peterson, J. K.; Matthews, B. L.; Voglesong, R. H.; Lyman, B. A. (1980): Effects of supervised daily dental plaque removal by children after 3 years. In: *Community dentistry and oral epidemiology* 8 (4), S. 171–176. DOI: 10.1111/j.1600-0528.1980.tb01281.x.
- Terézhalmy, Géza T.; Bartizek, Robert D.; Biesbrock, Aaron R. (2008): Plaque-removal efficacy of four types of dental floss. In: *Journal of periodontology* 79 (2), S. 245–251. DOI: 10.1902/jop.2008.070345.
- van der Weijden, G. A.; Timmerman, M. F.; Nijboer, A.; Lie, M. A.; van der Velden, U. (1993): A comparative study of electric toothbrushes for the effectiveness of plaque removal in relation to toothbrushing duration. Timerstudy. In: *Journal of clinical periodontology* 20 (7), S. 476–481. DOI: 10.1111/j.1600-051x.1993.tb00394.x.
- Vernon, Lance T.; Da Silva, Andre Paes B.; Seacat, Jason D. (2017): In Defense of Flossing. Part II-Can We Agree It's Premature to Claim Flossing Is Ineffective to Help Prevent Periodontal Diseases? In: *The journal of evidence-based dental practice* 17 (3), S. 149–158. DOI: 10.1016/j.jebdp.2017.06.003.

- Vernon, Lance T.; Seacat, Jason D. (2017): In Defense of Flossing. Can We Agree It's Premature to Claim Flossing is Ineffective to Prevent Dental Caries? In: *The journal of evidence-based dental practice* 17 (2), S. 71–75. DOI: 10.1016/j.jebdp.2017.03.008.
- Warren, P. R.; Chater, B. V. (1996): An overview of established interdental cleaning methods. In: *The Journal of clinical dentistry* 7 (3 Spec No), S. 65–69.
- Winterfeld, T.; Schlueter, N.; Harnacke, D.; Illig, J.; Margraf-Stiksrud, J.; Deinzer, R.; Ganss, C. (2015): Toothbrushing and flossing behaviour in young adults--a video observation. In: *Clinical oral investigations* 19 (4), S. 851–858. DOI: 10.1007/s00784-014-1306-2.
- Worthington, Helen V.; MacDonald, Laura; Poklepovic Pericic, Tina; Sambunjak, Dario; Johnson, Trevor M.; Imai, Pauline; Clarkson, Janet E. (2019): Home use of interdental cleaning devices, in addition to toothbrushing, for preventing and controlling periodontal diseases and dental caries. In: *The Cochrane database of systematic reviews* 4 (4), CD012018. DOI: 10.1002/14651858.CD012018.pub2.

## 9 Anhang

Tabelle 1: Zusammenstellung von klinischen Studien zum Effekt der Anwendung von Zahnseide. Die Farburterlegung zeigt keinerlei positives Ergebnis durch Floss (orange), einen positiven, jedoch unklaren oder nicht signifikanten Effekt (gelb) und einen positiven Effekt durch Floss (grün). Die Abkürzungen sind im Abkürzungsverzeichnis erklärt.

	Anzahl / Alter	Kriterien	Art der Studie	Instruktion	Art des Flossings	Parameter	Effekt	Schlussfolgerung
Intraindividual effect of daily supervised flossing on caries in schoolchildren.  Granath et al., 1979	140 12-13-Jährige	Schulkinder	Studiendauer 2 Jahre, Split-mouth-Design  Flossing an jedem Schultag in einer Kieferseite, die andere diente zur Kontrolle	Professionelle Instruktion	Selbst, überwacht, einmalige Vertikalbewegung, Interdentalräume zwischen 4er und 7er	BOP, Karies (Bissflügel-aufnahme) zu Beginn und Ende	Kein Effekt	Flossing hat keinen positiven Effekt auf die Entstehung von kariösen Läsionen im Seitenzahnbereich
Effects of Flossing on plaque and gingivitis in third grade schoolchildren.  Rich et al., 1989	112 7-10-Jährige	Schulkinder	Studiendauer 28 Tage  4 Gruppen: nur Zahnbürste (Kontrolle), Zahnbürste mit Floss, Flosshalter oder Loop-Floss	30 min professionelle Instruktion	Selbst, überwacht, 1x tägl.	GI, PI, FDI an Tag 0 und Tag 28	Gingivitis- und Plaquereduktion in allen Gruppen	Kein zusätzlicher Effekt durch Floss

<p>The effects of waxed and unwaxed dental floss on interdental plaque accumulation and interdental gingival health.</p> <p>Hill et al., 1973</p>	<p>35 23-37-Jährige</p>	<p>Keine fehlenden Zähne, keine Prothetik</p>	<p>Studiendauer 28 Tage, Cross-over-Design</p> <p>3 Gruppen: nur Zahnbürste, Zahnbürste und gewachstes Floss, Zahnbürste und ungewachstes Floss</p> <p>Habituelle Mundhygiene, bei Baseline PZR</p>	<p>2-3 mal Instruktion für je 5 min, vor der Studie wurde das Können kontrolliert</p>	<p>Selbst, unüberwacht abends</p>	<p>GI (Silness und Loe), PI (Greene und Vermillion) an Tag 0 und Tag 28</p>	<p>Zunächst Gruppen mit Floss überlegen, jedoch am Ende der Studie zwischen allen Gruppen keine Unterschiede</p>	<p>Alle Gruppen verbesserten sich, kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen</p>
<p>A comparative evaluation of the scrub and Bass methods of toothbrushing with flossing as an adjunct.</p> <p>Robinson, 1976</p>	<p>311 12-13-Jährige</p>	<p>Schulkinder</p>	<p>Studiendauer 28 Tage</p> <p>5 Gruppen: Schrubbtechnik mit Floss, Schrubbtechnik ohne Floss, Bass-Technik mit Floss, Bass-Technik ohne Floss</p> <p>Standardisierte Zahnbürste</p>	<p>Professionelle Instruktion zu Beginn mit hands-on und Demonstration von Plaque durch Anfärben</p>	<p>Selbst, überwachtes Putzen und Flossing</p>	<p>GI (Silness und Loe) Tag 0 und Tag 28</p>	<p>Alle Gruppen verbesserten sich stark, die Kontrollgruppe am wenigsten. Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen</p>	<p>Instruktion in der Schule kann MH wesentlich verbessern, welche Technik und ob Floss benötigt wird, bleibt offen</p>

<p>Evaluation of dental flossing on a group of second grade students undertaking supervised tooth brushing.</p> <p>Halla-Junior und Oppermann, 2004</p>	<p>33 14-18-Jährige</p>	<p>≥ 20 Approximalräume vorhanden</p>	<p>Studiendauer 21 Tage, verblindetes Cross-over-Design</p> <p>PZR 21 Tage vor der Studie</p> <p>2 Gruppen: Zahnbürste und Floss, nur Zahnbürste</p> <p>nach erster Testphase PZR</p>	<p>Professionelle Instruktion für Putzen und Flossing, Re-Instruktion 2 x pro Woche</p>	<p>Selbst, überwacht</p>	<p>PI (Visible plaque Index) und GBI an Tag 0 und Tag 21</p>	<p>Alle Werte reduzierten sich erheblich, jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Reduktion des GBI von 62,1% auf 17,9% in der Flossing-Gruppe und von 59,3% auf 22,2% in der Kontrollgruppe</p>	<p>Zusätzliches Flossing hat keinen signifikant positiven Effekt auf die erhobenen Werte</p>
---	-------------------------	---------------------------------------	---	---	--------------------------	--	--	--

	Anzahl / Alter	Kriterien	Art der Studie	Instruktion	Art des Flossings	Parameter	Effekt	Schlussfolgerung
<p>Comparison of irrigation to floss as an adjunct to tooth brushing: effect on bleeding, gingivitis and supragingival plaque.</p> <p>Barnes et al., 2005</p>	95 19-70-Jährige	≥ 20 Zähne vorhanden	<p>Studiendauer 28 Tage</p> <p>3 Gruppen: Handzahnbürste und Floss, Handzahnbürste und Waterjet, Schallzahnbürste und Waterjet</p> <p>Standardisierte Zahnbürste</p>	Verbal und schriftlich, keine Kontrolle ob korrekt durchgeführt	Selbst, unüberwacht für 2 min morgens und abends, abends mit Interdentalraumhygiene	BI und PI an Tagen 0, 14, 28	Gruppe 2 und 3 wesentliche Verbesserung	Munddusche in Kombination mit manuellem Zähneputzen kann eine wirksame Alternative zum manuellen Zähneputzen mit Verwendung von Zahnseide darstellen
<p>The effects of different methods of interdental cleaning.</p> <p>Gjermö, Flötra, 1970</p>	24 23-Jährige	Studierende der Zahnmedizin	<p>Studiendauer 2 Wochen, Cross-over-Design</p> <p>3 Gruppen: Zahnbürste und Zahnstocher, Zahnbürste und Floss, Kontrollgruppe nur Zahnbürste</p>	1:1 Instruktion	Selbst, unüberwacht, Zahnstocher 5x pro Approximalraum, Floss 5x vor und zurück pro Approximalraum jeweils 2x täglich	PI	Floss reduziert den PI von 0,82 auf 0,38, Zahnstocher reduziert PI von 0,82 auf 0,39	Floss ist Zahnstochern nur minimal überlegen
<p>The effects of different methods of interdental cleaning.</p> <p>Gjermö, Flötra, 1970</p>	16 27-81-Jährige	PA Recall-Patienten	<p>Studiendauer 28 Tage</p> <p>3 Gruppen: Zahnstocher, Floss, Interdentalbürste</p>		selbst, Zahnstocher 5x, Floss 5x vor und zurück, Interdentalbürste 5x pro Approximalraum	PI an Tag 0 und Tag 28	Floss reduziert den PI von 0,88 auf 0,53, kein Effekt durch Zahnstocher und Interdentalbürste	Floss ist Zahnstocher und Interdentalbürsten überlegen

Teaching dental flossing to patients via television reinforced by individual instructions.  Radentz et al., 1975	240 18-65-Jährige	≥ 8 Zähne, bisher keine Instruktion erhalten	Studiendauer 21 Tage  2 Phasen: Baseline, danach Videoinstruktion (T1), nach 7 Tagen Hands-on-Instruktion (T2)	Videoinstruktion (45 min), Hands-on-Instruktion 1:1, 45 min durch Zahnärzte	Selbst	Anzahl korrekt geflossster Interdentalräume	Korrekt geflosst: Baseline: 7,5% T1: 73,7% T3: 94%	Korrektes Flossing ist erlernbar
Effects of supervised daily dental plaque removal by children: first-year results.  Horowitz et al., 1976	481 10-13-Jährige	Schulkinder	Dreijähriges Projekt  2 Gruppen:  instruiertes überwachtes Flossing,  Kontrollgruppe Mundhygiene wie gewohnt	10 Instruktionssitzungen durch Fachpersonal	Selbst, überwacht während des Schuljahres, unüberwacht während der Schulferien	DHC, DMFS, PHP Indizes 2 x pro Jahr	Plaque- und Gingivaindex nach überwachtem Flossing um 14% bzw. 29% reduziert, kein Effekt bei unüberwachtem Flossing und in der Kontrollgruppe	Flossing hat positiven Effekt auf Plaqueentfernung und Gesundheit der Gingiva, jedoch nur bei regelmäßiger Anwendung
Effects of supervised daily dental plaque removal by children: II. 24 months' results.,  Horowitz et al., 1977	481 10-13-Jährige	Schulkinder	Dreijähriges Projekt  2 Gruppen:  instruiertes überwachtes Flossing,  Kontrollgruppe Mundhygiene wie gewohnt	10 Instruktionssitzungen durch Fachpersonal	Selbst, überwacht während des Schuljahres, unüberwacht während der Schulferien	DHC, DMFS, PHP Indizes 2 x pro Jahr	Kariesreduktion ~20%, jedoch nicht signifikant. Entzündungszeichen, Gingiva und Plaqueindex niedriger, kein Effekt bei unüberwachtem Flossing und in der Kontrollgruppe	Verringerung von Plaque und Gingivitis bei überwachtem Flossing, marginaler kariespräventiver Effekt

	Anzahl / Alter	Kriterien	Art der Studie	Instruktion	Art des Flossings	Parameter	Effekt	Schlussfolgerung
Effects of supervised daily dental plaque removal by children after 3 years.  Suomi et al. 1980	481 10-13-Jährige		Dreijähriges Projekt  2 Gruppen:  instruiertes überwachtes Flossing,  Kontrollgruppe Mundhygiene wie gewohnt	10 Instruktionssitzungen durch Fachpersonal	Selbst, überwacht während des Schuljahres, unüberwacht während der Schulferien	DHC, DMFS, PHP Indizes 2 x pro Jahr	DMFS Inkrement signifikant geringer in der Flossing Gruppe als in der Kontrollgruppe (4,27 gegenüber 4,89), größere Gingivitisreduktion bei Mädchen	Kleine Effekte trotz überwachtem Flossing,, der Wert dieses Programms ist zweifelhaft
The effectiveness of dental floss in reducing gingival inflammation.  Finkelstein und Grossman, 1979	50 20-62-Jährige	≥ 24 Approximalräume	Studiendauer 14 Tage, Split-mouth-Design  2 Gruppen:  Halbseitig Flossing mit gewachster oder ungewachster Zahnseide  ansonsten habituelle Mundhygiene	-	Professionelles Flossing	Tag 0 und 14 GI (Silness Loe, sowie Carter und Barnes)	Signifikante Reduktion der Entzündungsparameter, kein Unterschied zwischen gewachster und ungewachster Zahnseide	Professionelles Flossing ist sehr effektiv zur Verbesserung der gingivalen Gesundheit

<p>Plaque removal by dental floss or toothpicks. An intra-individual comparative study.</p> <p>Bergenholtz und Brighton, 1979</p>	<p>10 21-69-Jährige</p>	<p>PA Patienten einer Zahnklinik, zu Baseline GI (Löe und Silness) <math>\leq</math> 0.3</p>	<p>Studiendauer 2 Wochen, Cross-over-Design</p> <p>7 Gruppen:</p> <p>Nylon Floss gewachst, ungewachst oder mit spezieller Beschichtung, Seiden Floss (gewachst oder ungewachst) Superfloss Zahnhölzer</p> <p>Ansonsten habituelle Mundhygiene.</p> <p>4 Wochen vor Start PZR, vor jeder neuen Phase professionelle Schmelzpolitur und neue Zahnbürste</p>	<p>Professionelle Instruktion vor jeder neuen Phase, Instruktion Floss: Vertikalbewegung mesial-distal, Zahnhölzer: 5 Horizontalbewegungen je Zwischenraum</p>	<p>selbst, unüberwacht</p>	<p>PI (Silness und Löe) nach jeder Testphase</p> <p>GI (Löe und Silness) zu Baseline und nach jeder Testphase</p>	<p>Geringe Unterschiede zwischen den verschiedenen Flossarten, Zahnstocher am wenigsten effektiv</p>	<p>Alle Flossarten konnten Plaque gut entfernen, vor allem besser als Zahnstocher. Wichtig ist die Motivation des Patienten, Floss zu benutzen, welches ist sekundär</p>
<p>Comparative effectiveness of flossing and brushing in reducing interproximal bleeding.</p> <p>Graves et al. 1989</p>	<p>119 20-30-Jährige</p>	<p><math>\geq</math> 20 Zähne, keine herausnehmbare Zahnersatz mindestens 10 BOP-Stellen</p> <p>Keine Erfahrung mit Flossing</p>	<p>Studiendauer 2 Wochen, randomisiert, Parallel-Design</p> <p>4 Gruppen: Zahnbürste und gewachstes Floss, Zahnbürste und ungewachstes Floss, Zahnbürste und Dental Tape, Zahnbürste allein</p> <p>Ansonsten habituelle Mundhygiene</p>	<p>Nicht beschrieben</p>	<p>Selbst, wochentags täglich überwacht, am Wochenende unüberwacht</p>	<p>BI an Tagen 0, 7, 14</p>	<p>Geringere BI Werte in allen Gruppen, Reduktion durch Flossing ~67%, bei alleinigem Putzen Reduktion ~ 5%. Kein Unterschied zwischen den Flossarten</p>	<p>Flossing in Kombination mit Zahnbürste wesentlich effektiver in der Interdentalreinigung, daher zu empfehlen</p>

	Anzahl / Alter	Kriterien	Art der Studie	Instruktion	Art des Flossings	Parameter	Effekt	Schlussfolgerung
<p>Comparison between manual and mechanical methods of interproximal hygiene.</p> <p>Schmage et al., 1999</p>	35 13-32-Jährige	≥ 20 Zähne, keine PA-Erkrankung, keine insuffizienten Restaurationen, keine aktive Karies	<p>Studiendauer 11 Tage</p> <p>Art der Interdentalraumhygiene in Abhängigkeit der Größe des Interdentalraums</p> <p>UltraFloss, Curaprox, Interdentalbürste von Tepe in einer von 5 Größen</p> <p>Tag 0-6 normale häusliche MH, Tag 7-11 Reinigung zu Hause nur mit Zahnbürste ansonsten täglich professionelle Anwendung der Produkte In einer Mundhälfte bestimmtes Mittel, in der anderen Interclean</p>	-	Professionelle standardisierte Anwendung	<p>GI an Tagen 0, 7, 8, 9, 10, 11</p> <p>PBI an Tagen 1, 7, 11</p>	<p>Durch die manuelle Reinigung blieben nur 5% Plaque zurück, durch Interclean 42%</p> <p>BOP an Tag 11 auch bei den speziellen Interdentalmitteln wesentlich geringer als bei Interclean</p>	Interclean kann nur bei ganz bestimmten Größen des Interdentalraums empfohlen werden, sonst war die manuelle Reinigung wesentlich effektiver
<p>Comparison of the plaque removal efficacy of a new flossing aid (Quik Floss) to finger flossing.</p> <p>Carter-Hanson et al., 1996</p>	30	≥ 20 Zähne, PI ≥ 1,8 (Turesky) Oder PI ≥ 1,3 (Löe und Silness)	<p>Studiendauer je 30 Tage, verblindetes randomisiertes Cross-over-Design</p> <p>zwei Testphasen: ungewachste Zahnseide, Quik Floss</p> <p>Standardisierte Zahnbürste, habituelle Mundhygiene</p>	Nicht beschrieben	Selbst, unüberwacht, Compliance Kalender (83% der Probanden hatten mind. 7 x pro Woche geflosst)	PI, BI und GI an Tagen 0, 15, 30	Beide Flossarten reduzieren gleichermaßen PI, GI und BI	Beide Flossingarten reduzieren gleichermaßen effektiv GI, PI und BI

<p>A new in vivo interdental sampling method comparing a daily flossing regime versus a manual brush control.</p> <p>Bellamy et al., 2004</p>	<p>39 20-56-Jährige</p>	<p>≥ 20 Zähne, keine PA,- Erkrankung, keine regelmäßige Anwendung von Floss und elektrischer Zahnbürste</p>	<p>Studiendauer 3 Wochen</p> <p>2 Gruppen:</p> <p>Zahnbürste 2 x tägl., Zahnbürste 2 x tägl und 1 x tägl. Floss</p>	<p>Professionelle Instruktion</p>	<p>Selbst, unüberwacht, Compliance wurde an Tag 14 und 21 überprüft</p>	<p>PI an Tagen 0, 7, 14, 21 und 28.</p> <p>Entnahme von Plaque aus 6 Interdenalräumen an Tagen 0, 7 und 28</p>	<p>PI nur in der Flossinggruppe signifikant reduziert ebenso wie die Plaqueakkumulation nach 24 h</p>	<p>Zusätzliches Flossing hatte signifikanten Einfluss auf Plaquereduktion. Zudem war die erneute Plaqueakkumulation nach 24 h niedriger</p>
<p>Efficacy of an automated flossing device in different regions of the mouth.</p> <p>Hague et al., 2007</p>	<p>102 20-30-Jährige</p>	<p>Studierende oder Mitarbeiter der Universität, ≥ 24 Zähne mit Approximalkontakt, keine PA-Erkrankung, Zahnersatz Karies, KFO</p>	<p>Studiendauer 30 Tage, verblindetes randomisiertes Cross-over-Design</p> <p>3 Gruppen: manuelles Flossing, automatisiertes Flossing nur Zahnbürste</p> <p>Habituelle Mundhygiene mit standardisierter Zahnbürste und Zahnpaste (2 x 2 min tägl.)</p>	<p>Professionelle Instruktion am Model sowie schriftliche Instruktion</p> <p>Probanden zeigten das korrekte Flossing vor</p>	<p>Unüberwachtes Flossing zu Hause, überwachtes Flossing am Studienort</p>	<p>PI, GI erhoben bei Baseline, Tag 15 und 30 der jeweiligen Testphase vor und nach Flossing</p>	<p>Signifikante Unterschiede zwischen allen Gruppen für PI. PI an Tag 30 für Kontrollgruppe, manuelles und automatisiertes Flossing: 1,36, 1,10 und 0,85</p> <p>GI an Tag 30 für Kontrollgruppe, manuelles und automatisiertes Flossing: 0,53, 0,48, 0,44 (Signifikanz nur für automatisiertes Flossing gegenüber Kontrolle)</p>	<p>das automatisierte Flossing entfernte mehr Plaque als das manuelle Flossing, es fanden sich jedoch wenig Effekte auf die gingivale Entzündung</p>

	Anzahl / Alter	Kriterien	Art der Studie	Instruktion	Art des Flossings	Parameter	Effekt	Schlussfolgerung
Plaque-removal efficacy in four types of dental floss.  Terezhalmay et al., 2008	25 18-70-Jährige	≥ 15 auswertbare Zähne, keine PA-Erkrankung, keine Prothesen, keine KFO, nicht mehr als 5 behandlungsbedürftige Kariesläsionen	Randomisierte, verblindetes Cross-over-Design  5 Gruppen:  Nur Handzahnbürste, Handzahnbürste und drei verschiedene manuelle Flossarten, Handzahnbürste mit elektrischer Zahnseide  Standardisierte Zahnbürste, habituelle Mundhygiene	Vor der Studie einmal professionelles Flossing des gesamten Gebisses, zusätzlich schriftliche Instruktion	Selbst, erst Putzen, dann Flossing vor einem Supervisor	RMNPI vor und nach Putzen/Flossing	Die Plaquereduktion betrug 0,181 für die Zahnbürste allein; 0,228, 0,217 und 0,210 für die Zahnbürste in Kombination mit den drei traditionellen Zahnseiden, (ungewachst, gewebter und faserresistenter Zahnseide), und 0,252 für die Zahnbürste plus elektrische Zahnseide	Handzahnbürste in Kombination mit Flossing entfernt signifikant mehr Plaque als Putzen allein. Kein Unterschied zwischen den manuellen Flossarten, elektrische Zahnseide war geringfügig überlegen

## 10 Publikationsverzeichnis

Die Ergebnisse dieser Studie wurden auf internationalen Kongressen präsentiert:

S.-C. Schmidt, N. Schlueter, C. Ganss: Instruction to floss: questionnaire and video observation results from a randomised intervention study. *Caries Res* 2017;51:333 (Abstract)

Vorge stellt auf dem 64. Kongress der European Organisation for Caries Research (ORCA) 2017 in Oslo, Norwegen.

S.-C. Schmidt, N. Schlueter, C. Ganss: Video-observed randomised intervention study: improvement of flossing skills through video-instruction versus individualised hands-on training. *Caries Res* 2018;52:495 (Abstract)

und

S.-C. Schmidt, K. Giese-Kraft, N. Schlueter, C. Ganss: Gender differences in self-evaluation and implementation of flossing skills. *Caries Res* 2018;52:487 (Abstract)

Vorge stellt auf dem 65. Kongress der European Organisation for Caries Research (ORCA) 2018 in Kopenhagen, Dänemark.

## 11 Ehrenwörtliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten 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

## **12 Danksagung**

Hier möchte ich allen beteiligten Personen meinen großen Dank aussprechen, die mich bei der Anfertigung meiner Dissertation unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Professor Dr. Carolina Ganss für die enorme Unterstützung bei der Durchführung und Umsetzung der gesamten Arbeit.