

Aus dem Institut für Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde – Abteilung für
Kieferorthopädie und Orthodontie der Medizinischen Fakultät Charité –
Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

White-Spot-Läsionen: Eine unvermeidbare Nebenwirkung der
Multibracket-Therapie?

White spot lesions: An unavoidable side effect of multibracket
therapy?

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von
Manon Isabelle Weyland
aus Luxemburg, Luxemburg

Datum der Promotion: 30.11.2023

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	iv
Abkürzungsverzeichnis	vi
Zusammenfassungen.....	1
Deutsch	1
Englisch.....	2
1 Einleitung	4
1.1 White-Spot-Läsionen	4
1.2 Bedeutung in der Kieferorthopädie	6
1.3 Prävention und Therapie von White-Spot-Läsionen	7
1.4 Forschungsstand.....	9
1.5 Bedeutung der Arbeit und Fragestellung	11
2. Methodik	14
2.1 Umfrage.....	14
2.2 Verfahren.....	15
2.3 Teilnehmer*innen.....	15
2.4 Statistische Auswertungen.....	16
3. Ergebnisse	18
3.1 Teilnahme.....	18
3.2 Mundhygiene- und Präventionsprotokoll	18
3.2.1 Unterschiede zwischen den Abschlussjahren	24

3.2.1	Unterschiede in Abhängigkeit vom Arbeitsplatz	26
3.3	Material für Bänder und Brackets	28
3.4	Adhärenz und Motivation der Patient*innen	28
3.4.1	Unterschiede zwischen den Abschlussjahren	31
3.4.2	Statistische Unterschiede zwischen den Arbeitsplätzen.....	31
3.5	Bildung von White-Spot-Läsionen.....	32
3.6	Geografische Verteilung	34
3.7	Ergebnisse der Hypothesen	36
3.7.1	Haupthypothese	36
3.7.2	Sekundärhypothesen	36
4.	Diskussion.....	39
4.1	Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse	39
4.2	Interpretation der Ergebnisse	40
4.3	Einbettung der Ergebnisse in den bisherigen Forschungsstand	42
4.4	Stärken und Schwächen der Studie	47
4.5	Implikationen für Praxis und zukünftige Forschung.....	48
5.	Schlussfolgerungen	52
	Literaturverzeichnis.....	53
	Fragenbogen	59
	Votum der Ethikkommission	67
	Eidesstattliche Versicherung	68

Anteilerklärung an den erfolgten Publikationen.....	69
Auszug aus der Journal Summary List	70
Druckexemplar der Publikation	76
Lebenslauf	90
Komplette Publikationsliste	91
Danksagung.....	93

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Systematische Reviews und Metaanalysen zur Prävention und Therapie von WSL während und nach MBT (in Anlehnung an Weyland MI, Jost-Brinkmann PG, Bartzela T, 2022, S.7).....	13
Tabelle 2: Anteil der Teilnehmer*innen, die ein Mundhygiene- und Präventionsprotokoll verwenden (eigene Darstellung)	19
Tabelle 3: Anteil der Teilnehmer*innen, die Maßnahmen zur Verhinderung von Schmelzdemineralisation zu Beginn und während MBT ergreifen (Weyland MI, Jost-Brinkmann PG, Bartzela T, 2022, S.5).....	20
Tabelle 4: Anteil der Teilnehmer*innen, die Mundhygieneanweisungen anwenden (eigene Darstellung)	21
Tabelle 5: Anzahl und Anteil der Teilnehmer*innen, die Ernährungsberatungen durchführen (eigene Darstellung).....	22
Tabelle 6: Anzahl und Anteil der Teilnehmer*innen, die topische Hilfsmitteln während MBT anwenden und empfehlen (Weyland MI, Jost-Brinkmann PG, Bartzela T, 2022, S.6)	23
Tabelle 7: Anteil der Teilnehmer*innen, die unterschiedlichen Therapien zur ästhetischen Verbesserung von WSL nach MBT vorschlagen (eigene Darstellung).....	24
Tabelle 8: Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) beim Vergleich der Abschlussjahre hinsichtlich der Anwendung eines Mundhygiene- und Präventionsprotokolls (eigene Darstellung)	25
Tabelle 9: Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) beim Vergleich der Abschlussjahre hinsichtlich der Anwendung und der Empfehlung topischer Hilfsmittel während MBT (eigene Darstellung)	26
Tabelle 10: Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) beim Vergleich des Arbeitsplatzes hinsichtlich der Anwendung eines Mundhygiene- und Präventionsprotokolls (eigene Darstellung)	27
Tabelle 11: Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) beim Vergleich des Arbeitsplatzes hinsichtlich der Anwendung und der Empfehlung topischer Hilfsmitteln während MBT (eigene Darstellung)	27
Tabelle 12: Anzahl und Anteil der Teilnehmer*innen, die fluoridfreisetzenden Adhäsiven oder Zementen anwenden (eigene Darstellung)	28

Tabelle 13: Anteil der Teilnehmer*innen, die Auskunft über die Mundhygienesituation der Patienten während MBT geben (eigene Darstellung).....	29
Tabelle 14: Anzahl und Anteil der Teilnehmer*innen, die Einschätzungen über das Auftretens von WSL während MBT geben (eigene Darstellung)	29
Tabelle 15: Anteil der Teilnehmer*innen, die mitteilen welche ihrer Patient*innengruppe am häufigsten ihre Termine nicht einhalten (eigene Darstellung).....	29
Tabelle 16: Anteil der Teilnehmer*innen, die verschiedenen Remotivations-Methoden geben (Weyland MI, Jost-Brinkmann PG, Bartzela T, 2022, S.6).....	30
Tabelle 17: Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) beim Vergleich der Abschlussjahre hinsichtlich der angewandten Remotivationsmethoden zu guter Mundhygiene (eigene Darstellung)	31
Tabelle 18: Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) beim Vergleich des Arbeitsplatzes hinsichtlich der angewandten Remotivationsmethoden zu guter Mundhygiene (eigene Darstellung)	32
Tabelle 19: Anteil der Teilnehmer*innen, die WSL-Bildungsfaktoren nennen (eigene Darstellung).....	32
Tabelle 20: Anteil der Patient*innen die, während MBT WSL bilden (eigene Darstellung)	33
Tabelle 21: Anteil der Teilnehmer*innen, die Auskunft über die Patient*innengruppe, die am meisten von WSL betroffen sind, geben (eigene Darstellung).....	34
Tabelle 22: Teilnahme aus den verschiedenen Bundesländern (eigene Darstellung)...	35
Tabelle 23: Weiterbildungsland (eigene Darstellung).....	35
Tabelle 24: Anzahl und Anteil der Teilnehmer*innen, die sich eine Leitlinie zur Prävention von Schmelzdemineralisation während MBT wünschen (eigene Darstellung)	36

Abkürzungsverzeichnis

APF	Acidulated Phosphate Fluoride (säurehaltiges Phosphatfluorid)
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	Calciumphosphat
CaF_2	Calciumfluorid
CPP-ACP	Caseinphosphopeptid-amorphes Calciumphosphat
CHX	Chlorhexidindigluconat
GRADE	Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation
F	Fluorid
HCL	Chlorwasserstoffsäure
MB	Multibracket
MBT	Multibracket-Therapie
Mo	Monat
NaF	Natriumfluorid
NHANES	National Health and Nutrition Examination Survey
ppm	Parts per million
SAP	Self-assembling peptide (selbststrukturierendes Peptid)
S. mutans	Streptococcus mutans
WHO	World Health Organisation (Weltgesundheitsorganisation)
Wo	Woche
WSL	White-Spot-Läsionen

Zusammenfassungen

Deutsch

ZIEL: Bewertung aktueller Mundhygiene-Präventionsstrategien gegen Schmelzdemineralisation während der Multibracket-Therapie (MBT). Anschließend Vergleich mit der verfügbaren wissenschaftlichen Evidenz und Erstellung von Therapieempfehlungen zur Vermeidung von White-Spot-Läsionen (WSL).

MATERIAL UND METHODE: An dieser Querschnittsstudie nahmen in Deutschland tätige Kieferorthopäd*innen aus Praxen und Universitäten teil. Es wurde eine Online-Umfrage durchgeführt (Survio.com). Der Hauptteil befasste sich mit Präventionsmaßnahmen gegen die Entstehung von WSL. Die Analyse umfasste deskriptive Statistik, Häufigkeitsverteilungen und Kreuztabellen. Statistische Vergleiche wurden mit dem Chi-Quadrat-Test durchgeführt ($p < 0,05$). Zum Ermitteln evidenzbasierter klinischer Maßnahmen zur Prävention und Therapie von WSL während der MBT wurden aktuelle systematische Reviews und Metaanalysen (von 2011 bis 2021) mit Hilfe von PubMed analysiert.

ERGEBNISSE: 155 Kieferorthopäd*innen bundesweit nahmen an der Umfrage teil. 53,3 % der Teilnehmer*innen geben Ernährungsempfehlungen, aber meist nur bei bereits schlechter Mundhygiene. Professionelle Applikation von topischem F (F-Gel oder F-Lack) wird vor allem zu Beginn der MBT angewendet und weniger als ein Viertel der Teilnehmer*innen applizieren diese regelmäßig. Die Mehrheit der Teilnehmer*innen (77,4 %) bietet Glattflächenversiegelung als zusätzliche Leistung an. F-Gel einmal pro Woche wird am häufigsten als häusliche Mundpflege (75,5 %) empfohlen, während nur ein Zehntel der Teilnehmer*innen eine hochfluoridierte Zahnpasta (5.000 ppm F) empfiehlt. Unzureichende Mundhygiene während der MBT, wird von 60,5 % der Teilnehmer*innen ständig beobachtet. Laut Einschätzung der Teilnehmer*innen treten WSL 9 Monate nach Beginn der MBT auf. Die vorliegende wissenschaftliche Evidenz unterstützt, dass eine regelmäßige professionelle Applikation von 12.300 ppm F-Schaum oder Natriumfluorid (NaF)-Lack in Kombination mit einer 5.000 ppm F Zahnpasta die klinisch wirksamste Methode gegen die Entstehung von WSL ist (Evidenzqualität gering). In der Literatur wird empfohlen, F-Lack mindestens 2x pro Jahr oder bei kariesanfälligen Patienten alle 4-6 Wochen während der MBT zu applizieren.

SCHLUSSFOLGERUNGEN: WSL während MBT stellen eine große Herausforderung dar. Es werden unterschiedliche Behandlungsansätze verfolgt, aber die verfügbare wissenschaftliche Literatur fließt nicht in das Routinemanagement von WSL ein. Allerdings ist die wissenschaftliche Evidenz nach wie vor begrenzt. Häufigere Diät- und Mundhygieneanweisungen, regelmäßige F- und Glatflächenversiegelungen-Applikationen sollen durchgeführt werden. Kariesinfiltration scheint ein vielversprechendes Verfahren zur Verbesserung von WSL zu sein. Behandlungskonzepte bieten Empfehlungen für die beste klinische Praxis, erhöhen die Behandlungsqualität und verringern Abweichungen zwischen dem Vorgehen unterschiedlicher Kieferorthopäd*innen.

Englisch

AIM: To survey current oral hygiene prevention strategies used in orthodontic practices in Germany against enamel demineralization during multibracket appliance treatment (MBT). Furthermore, to compare these findings with the available scientific evidence and develop therapy recommendations for the prevention of white spot lesions (WSL).

MATERIALS AND METHOD: German orthodontists from private practices and universities participated in this cross-sectional study. An online survey was conducted (Sur-vio.com), dealing mainly with preventive measures against WSL. The statistical analysis included descriptive statistics, frequency distributions, and cross-tabulations. Statistical comparisons were performed using the chi-square test ($p < 0.05$). Recent systematic reviews and meta-analyses (from 2011 to 2021) were identified in a PubMed search. The clinical measures for the prevention and treatment of WSL during MBT were assessed and compared with the existing scientific evidence.

RESULTS: 155 orthodontists nationwide participated in the survey. 53.3 % of participants gave dietary recommendations, primarily only if oral hygiene was poor. Professional application of topical F (such as F-gel or F-varnish) is mainly used at the beginning of MBT, and less than a quarter of the participants apply it regularly. Most participants (77.4 %) offer surface sealant as a supplement service. The application of a F-gel once a week is the most recommended home oral care (75.5 %), whereas only 1/10th of the participants advises using a high fluoridated toothpaste (5,000 ppm F). Poor oral hygiene during MBT is constantly observed by 60.5 % of participants. According to the

participants' assessment, WSL appear mostly nine months after the start of MBT. Based on the available evidence, the professional application of 12,300 ppm F foam or sodium fluoride (NaF) varnish in combination with a high F toothpaste (5,000 ppm F) seems to be the most clinically effective method against WSL development (low quality of the evidence). The literature suggests that F varnish should be applied at least twice a year or every 4-6 weeks during MBT in vulnerable patients.

CONCLUSIONS: WSL during MBT are still a major challenge for orthodontists. The results showed that everyone has their approach, but the available scientific evidence is not integrated into the routine management of WSL. Unfortunately, scientific evidence remains limited. More regular diet and oral hygiene instructions and F- and surface sealant applications should be implemented. Resin infiltration might be a promising tool for WSL reversal. Treatment protocols provide recommendations for best clinical practice, increase quality of care, and reduce variation between orthodontists.

1 Einleitung

Laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) ist unbehandelte Karies an bleibenden Zähnen die weltweit häufigste nicht übertragbare Krankheit und etwa 2,3 Milliarden Menschen sind betroffen (1). Dies trotz ständiger Forschung, besseren Therapiemöglichkeiten und besserem Zugang zu Mundgesundheitsversorgung. Jede Altersgruppe ist betroffen (1) und diese Mundkrankheit birgt das Risiko starker gesundheitlicher, sozialer und wirtschaftlicher Folgen. Auch in einer nationalen Erhebung des „National Health and Nutrition Examination Survey“ (NHANES) aus den Vereinigten Staaten aus den Jahren 2011-12 wurden festgestellt, dass Karies nach wie vor bei Kindern und Jugendlichen stark verbreitet ist, und etwa 12-19 % der Zähne von unbehandelter Karies betroffen sind (2).

1.1 White-Spot-Läsionen

Damit Karies entsteht, müssen mehrere komplexe Faktoren zusammenwirken. Benötigt werden ein Wirt (der Zahn), säureproduzierende zahnhaftende Bakterien und fermentierbare Kohlenhydrate (3). Studien haben einen starken Zusammenhang zwischen dem Bakterium *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) und der Kariesprävalenz und -inzidenz gefunden. *S. mutans* gehört zu den dominanteren Spezies im dentalen Biofilm (2) und hat mehrere besondere Fähigkeiten gegenüber anderen Plaquebakterien. So kann *S. mutans* gut an der Zahnoberfläche haften, große Mengen an Säure produzieren, ist säureresistent und kann bei niedrigen pH-Werten überleben und somit fermentierbare Kohlenhydrate verstoffwechseln. *S. mutans* ist jedoch nicht bei allen Patient*innen, die von Karies betroffen sind, die dominierende Spezies. Weitere Bakterien, die mit Karies in Verbindung gebracht werden konnten sind unter anderem *Lactobacillus*-Arten, *Veillonella*, *Actinomyces*, *Fusobacterium*, *Prevotella* und was zur Komplexität des Biofilms führt (4).

Die organischen Säuren der azidogenen Bakterien diffundieren an der Zahnoberfläche in alle Richtungen und durch die Poren des Zahnschmelzes und gelangen in die darunterliegenden Gewebe, das Dentin (2). Der Hauptbestandteil des Zahnschmelzes besteht zu 95 % aus säurelöslichem Hydroxylapatit [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$] (3), weshalb dieser sich unter dem Einfluss von Säure aufzulösen beginnt.

Das erste klinisch sichtbare Anzeichen von Karies sind White-Spot-Läsionen (WSL) (2, 5). Das „International Caries Detection and Assessment System“ (ICDAS) stuft WSL in Code 2 von maximal 6 ein. Dies bedeutet, dass es sich um WSL handelt, wenn bei der Betrachtung eines nassen Zahnes eine kariöse Opazität (weißer oder brauner Fleck), die nicht dem klinischen Erscheinungsbild eines gesunden Zahnschmelzes entspricht, vorliegt (6).

Die Bereiche des Zahnschmelzes, die WSL aufweisen, haben oft eine rauere Oberfläche als die gesunden umliegenden Bereiche. Dies ist die Folge der Demineralisierung durch Säuren aus dem bakteriellen Stoffwechsel, welche zu Erosion des Zahnschmelzes führt (2). Karies ist ein dynamischer Krankheitsprozess. Pathologische Faktoren; wie säurebildende Bakterien, Speicheldysfunktion und häufige Aufnahme von fermentierbaren Kohlenhydraten führen zur Demineralisation. Schützende Faktoren, wie Speichelfluss, Mineralien aus dem Speichel, antibakterielle Substanzen und Fluorid (F) führen zur Remineralisation. Es entsteht ein ständiges Wechselspiel zwischen De- und Remineralisation, welches in der Mundhöhle stattfindet (7). Wenn der Demineralisationsprozess überwiegt, entsteht eine kavitierte Oberfläche am Zahnschmelz. Überwiegt die Remineralisation werden die Läsionen reduziert.

Der mikroskopische Aufbau von WSL wird in zwei Zonen unterteilt: eine Oberflächenzone, die die äußersten 30 Mikrometer der WSL beinhaltet, und den Läsionskörper, der sich unterhalb der Oberflächenzone befindet. Die Oberflächenzone erscheint unter dem Mikroskop im Schliffbild oft noch intakt, kann aber poröser sein als gesunder Schmelz. Da die Oberflächenzone im direkten Kontakt zum Speichel ist, kann die Remineralisation durch Kalzium (Ca), Phosphat (PO_4) und F aus dem Speichel hier schneller erfolgen und so können die Mineralien wieder in den Zahnschmelz diffundieren. Unterhalb der Oberflächenzone befindet sich der Läsionskörper. Dieser ist am stärksten demineralisiert und hat ein Porenanteil von 5 % bis 25 %. Der Schmelzverlust ist als dunkelbraunes Volumen unter dem Polarisationsmikroskop deutlich zu erkennen. In dieser Zone kann die Läsion weiter fortschreiten. Wenn diesem demineralisierenden Prozess nicht gegengesteuert wird, kommt es zu einer Kavität. Die Kavitation lässt sich dann nur noch durch Füllungstherapien behandeln (2, 5).

1.2 Bedeutung in der Kieferorthopädie

WSL sind einer der bedeutendsten unerwünschten Nebeneffekten einer kieferorthopädischen Behandlung mit Multibracket (MB)-Apparatur. Sie können die Zahnästhetik permanent negativ beeinträchtigen (8). Kieferorthopädisch induzierte WSL resultieren aus beginnender Schmelzdemineralisation, die sich primär aufgrund langanhaltender Plaqueansammlung, schlechter Mundhygiene und oft unzureichend angepasster Ernährung entwickeln. Festsitzende kieferorthopädische Apparaturen unterstützen die Ablagerung von Plaque und erschweren die Zahnreinigung (9). WSL entstehen häufig im zervikalen Drittel oder um die Brackets herum (10, 11).

Die Inzidenz für die Bildung von WSL nach einer Multibracket-Therapie (MBT) variiert in unterschiedlichen Studien zwischen 30 % und 73 % (8, 12-14). Der Grund für diese großen Schwankungen liegt vermutlich in der inkonsistenten Definition von WSL, sowie der Nachweismethode in den verschiedenen Studien und unterschiedliche Prophylaxe-Strategien. Studien, die WSL über quantitative lichtinduzierte Fluoreszenz (QLF) nachweisen, weisen eine höhere Prävalenz von WSL auf als Studien, in denen WSL nur durch die visuelle Inspektion befundet wurden (15). Tufekci et al. (16) berichteten über eine rasche Entwicklung innerhalb weniger Wochen nach dem Beginn der MBT und beschrieben eine hohe Inzidenz (38 %) von WSL während der ersten sechs Monate.

Patient*innen, die während einer aktiven kieferorthopädischen Behandlung WSL entwickeln, müssen streng überwacht werden. Die Anzahl neuer WSL korreliert mit der Dauer der MBT (14), was die Notwendigkeit professioneller Präventionsmaßnahmen zur regelmäßigen Kontrolle, Neubewertung und Prophylaxe verdeutlicht (3, 16).

In Studien konnte festgestellt werden, dass die oberen Frontzähne am stärksten von WSL betroffen sind, vor allem die seitlichen Schneidezähne und Eckzähne, gefolgt von den Prämolaren und mittleren Schneidezähne (10, 11). Diese Zähne sind wichtig für die Zahnästhetik, weshalb WSL in diesem Bereich auch zu sozialen Einschränkungen, wie etwa Scham vor dem Lächeln führen können.

Die Füllungstherapie fortgeschrittener Karies kann hohe Behandlungskosten verursachen (2, 17).

Nach Angaben des Bundesministerium für Gesundheit (BMG) wird über die Hälfte der Kinder und Jugendliche in Deutschland kieferorthopädisch behandelt (18) und ist somit vorübergehend einem erhöhten Risiko für die WSL-Bildung ausgesetzt, was die Wichtigkeit einer routinierten Präventionskontrolle unterstreicht. Die Aufgabe der Kieferorthopäd*innen besteht neben der Aufklärung über unzureichende Mundhygiene auch im Erkennen von Risikopatient*innen und der rechtzeitigen Intervention.

1.3 Prävention und Therapie von White-Spot-Läsionen

Es existieren unterschiedliche Behandlungsmethoden zur Prävention, sowie zur Intervention von WSL.

Je nach Schweregrad der WSL gibt es unterschiedliche klinische und anatomisch-pathologische Merkmale, die sich auf die Behandlung auswirken. Der komplexe Verlauf von WSL (Fortschreiten, Stillstand oder Remineralisation) kann die Therapieauswahl erschweren (2).

Zur Prävention gehört zuerst die Erhebung des Zahnstatus: Anzahl der betroffenen Zähne, Mundhygienebewertung und Kariesrisikoevaluation. Diese Untersuchung ermöglicht einen individuellen Patient*innenansatz. Patient*innen werden über zahngesunde Ernährung aufgeklärt, mit dem Ziel säurebildenden Bakterien zu reduzieren und so das kariogene Milieu zu reduzieren (2). Zusätzlich dazu wird die Wichtigkeit der Mundhygiene unterstrichen durch routinemäßige Mundhygieneunterweisung, sowohl verbal als auch visuell, Mundhygieneinstruktion und Erklärung von Hilfsmitteln wie Zahnseide und Zahnzwischenraumbürsten. Auch die zusätzliche Anwendung topischer fluoridierter Materialien wird empfohlen (14). F unterstützt bei der Remineralisation des Zahnschmelzes der Patient*innen und hilft so Karies vorzubeugen (19). Es gibt verschiedene Möglichkeiten F zu verabreichen und man unterscheidet zwischen häuslicher und professioneller Anwendung. Zu der häuslichen Anwendung gehört fluoridierte Zahnpasta (1450-5000 ppm F), zusätzlich fluoridierte Zahngels (1,1 % Natriumfluorid (NaF): 5000 ppm F oder 0,15 % Zinnfluorid (ZnF): 1000 ppm F) oder fluoridierte Mundspüllösungen (meistens NaF, 0,05 % NaF: 230 ppm F, 0,2 % NaF: 920 ppm F). Zu der professionellen Anwendung gehören F-Lack (2,26 % NaF: 22.600 ppm F oder 0,1 % Difluorsilan (SiH_2F_2): 1000 ppm F), F-Gel (1,23 % säurehaltiges Phosphatfluorid (APF): 12300 ppm F), oder F-Schaum (1,23 % APF: 12.300 ppm F),

Glattflächenversiegelungen, fluoridfreisetzende Glasionomere und fluoridfreisetzende Kunststoffe (2, 20-22).

Alternativen zu F sind andere topische Materialien auf Phosphatbasis wie Caseinphosphopeptid – amorphes Calciumphosphat (CPP-ACP), funktionalisiertes β -Tricalciumphosphat, Calciumglycerophosphat und Cyclophosphate. Diese wirken als Kalzium- und Phosphatzufuhr (23). CPP-ACP wird meistens als Gel appliziert, ist aber auch verfügbar in zuckerfreien Kaugummis, Pfefferminzbonbons, Zahnpasten, Mundspüllösungen und topischen Lacken (24). Die Freisetzung von Phosphat- und Kalziumionen aus den CPP-ACP-Produkten stabilisiert den oralen pH-Wert und führt zum Remineralisierungseffekt (25). Funktionalisiertes β -Tricalciumphosphat dient als bioaktive Quelle und fördert die Remineralisation. Allerdings geht aus unterschiedlichen Studien hervor, dass die Bioverfügbarkeit in Verbindung mit F gering ist, da $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ oder CaF_2 gebildet wird, was den Remineralisationseffekt reduziert (26, 27). Calciumglycerophosphat ist ein organisches Phosphat mit hoher Affinität zu Hydroxylapatit, das die $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ -Konzentration im Biofilm erhöht, was der Demineralisierung des Zahnschmelzes entgegenwirkt und somit eine antikariöse Wirkung aufweist (28, 29). Die Anwendung von Cyclophosphat (Trimetaphosphat und Hexametaphosphat) mit topischem F zeigt eine verbesserte, tiefere Diffusion von Kalzium und Phosphat in die unter der Schmelzoberfläche liegende Läsion im Vergleich zu nur topischem F (23, 30, 31).

Um die säurebildenden Bakterien zu beeinflussen, wird Chlorhexidindigluconat (CHX) als orales Antiseptikum empfohlen. CHX in der Mundspüllösung (0,2 %) kann die Bakterienzahl im kariogenen Biofilm reduzieren und somit zur Verringerung der kariogenen Plaque beitragen (32).

Alle diese aufgelisteten topische Materialien werden auch zur Remineralisation von sichtbaren WSL angewendet.

Das kürzlich eingeführte selbstorganisierende Peptid (SAP) P11-4 ist ein neuartiges Konzept zur Regeneration von nicht kavitierten kariösen Läsionen und kann als nicht- oder minimalinvasive Methode angewendet werden (33). P11-4 sind Polyelektrolyt-B-Faltblatt-Komplexe, die durch die Mischung wässriger Lösungen von kationischen und anionischen Peptiden gebildet werden, was zu einer spontanen Selbstorganisation

entwickeln sollte (41). Die Wirksamkeit dieser Leitlinie wurde in kieferorthopädischen Praxen untersucht mit dem Hauptziel, die Strategien in der täglichen Praxis zu prüfen und einen Goldstandard für die WSL-Prävention vor und während der kieferorthopädischen Behandlung zu schaffen (42). Aktuell wird an der Veröffentlichung der Leitlinie gearbeitet. Diese wird die erste Leitlinie mit Fokus auf WSL-Prävention sein.

Die meisten bestehenden systematischen Reviews und Metaanalysen zum Thema Prävention und Management von WSL während und nach der MBT aus dem Zeitraum zwischen 2011 und 2021 in der Datenbank PubMed weisen eine geringe bis mäßige Evidenz auf und wegen unterschiedlicher Herangehensweisen erweist sich ein Vergleich der Studien als schwierig (43-49).

Aus systematischen Reviews und Metaanalysen, die den Fokus auf In-Office-Produkte oder Verfahren wie F freisetzende Materialien (F-Gel, F-Lack, F-Schaum, Mundspüllösung und F freisetzende Zemente oder Adhäsive), CPP-ACP, Mikroabrasion, Bleaching, Kariesinfiltration, Applikation von Glatflächenversiegelungen oder aktive Aufklärungen zur Mundhygiene und Ernährung legen, geht hervor, dass die Applikation von topischen Materialien zur Reduktion von WSL während und nach der MBT beiträgt (43-45) (Tabelle 1). Insbesondere F freisetzende Materialien konnten signifikant zu ästhetischer Verbesserung von WSL beitragen. Das Review von Benson et al. (43) ergab, dass die professionelle Applikation von 12.300 ppm F (APF) Schaum alle 6 bis 8 Wochen oder die Anwendung einer 5.000 ppm fluoridierter Zahnpasta während der MBT die Bildung neuer WSL verringert. Auch die Applikation von F-Lack alle 6 bis 12 Wochen während der MBT zeigte vielversprechende Ergebnisse (44). Höchli et al. (45) schlussfolgerten in ihrem systematischen Review, dass die monatliche Anwendung von F-Lack nach MBT am besten dazu beiträgt, WSL zu reduzieren. Leider konnte nur eine Studie hohe klinische Evidenz liefern ($p < 0,05$) (50). Aus weiteren Studien geht als erfolgreicher Ansatz zur Vorbeugung und Verringerung von WSL während der MBT die häufige Erinnerung der Patient*innen an eine gute Mundhygiene, verbal oder mit Hilfe von Apps, hervor ($p < 0,001$, geringe Evidenz) (44, 47).

F freisetzende Zemente oder Adhäsive zeigen in der evidenzbasierten Literatur keine signifikante Vorteile im Vergleich zu konventionellen Zementen oder Adhäsiven (43).

Unter den häuslichen Pflegeprodukten zur Vorbeugung und Reduzierung von WSL während einer MBT gibt es nur wenig Evidenz für die Verwendung einer elektronischen Zahnbürste (51, 52). Auch für die Verwendung anderer häuslicher Pflegeprodukte wie Interdentalbürsten zusätzlich zur herkömmlichen Zahnbürste wurden in der Literatur keine Erkenntnisse gefunden (53).

Die hier durchgeführte Literaturrecherche ergab nur schwache Evidenzen aus einzelnen klinischen Studien. Topisches F ist effektiv bei der Prävention von WSL während und nach der MBT. Die professionelle Anwendung von 12.300 ppm F-Schaum oder F-Lack in Kombination mit hochfluoridhaltiger Zahnpasta (5.000 ppm F) hat sich als wirksame Modalität erwiesen (43). F-Lack sollte mindestens 2-mal pro Jahr und bei kariesanfälligen Patient*innen alle 4 bis 6 Wochen während der MBT appliziert werden (45). Wegen der geringen Evidenz müssen die Ergebnisse mit einer gewissen Vorsicht betrachtet werden. Es fehlt an aussagekräftigen klinischen Studien, längeren Nachbeobachtungszeiträumen und Vergleichen von Interventionsmethoden und täglichen Mundhygienemaßnahmen.

1.5 Bedeutung der Arbeit und Fragestellung

Derzeit gibt es nur wenige Studien über die Arretierung von WSL während der kieferorthopädischen Behandlung und es gibt keine Informationen über die in der Praxis angewandten präventiven Maßnahmen und deren Wirksamkeit (54-59). Die existierenden Studien haben gezeigt, dass ein grundlegendes Praxisprotokoll mit Anweisungen zur Mundhygiene, meist nur zu Beginn der Behandlung verwendet wird.

Die vorliegende Studie soll Aufschluss über die derzeit in deutschen kieferorthopädischen Universitätsabteilungen und Praxen angewandten Methoden zur Verhinderung von Schmelzdemineralisationen während MBT geben. Zusätzlich soll die Auswertung dazu beitragen, Behandlungsabbrüche zu verhindern. Die Anwendung eines Protokolls zur Prävention und Behandlung von WSL soll helfen, ein erfolgreiches kieferorthopädisches Behandlungsergebnis zu erzielen.

Mit der vorliegenden Arbeit sollen insbesondere folgende Hypothesen überprüft werden:

Hauptthese:

- Mehr als die Hälfte der Befragten wünscht sich eine Leitlinie zur Prävention von Schmelzdemineralisation während MBT.

Sekundäre Hypothesen:

- Kieferorthopäd*innen, die vor 2000 ihre kieferorthopädische Weiterbildung abgeschlossen haben, haben geringere Kenntnisse über die Prävention von WSL als Kieferorthopäd*innen, die nach 2000 ihre Weiterbildung zur Kieferorthopädie abgeschlossen haben. Die Kenntnisse basieren auf der Anwendung und Empfehlung von topischen Materialien und Remotivationsmethoden.
- F-Lacke oder F-Gele zur Prävention von WSL werden in Universitäten häufiger appliziert als in Privatpraxen.

Ziel der Studie ist es, Strategien zur Prävention von Schmelzdemineralisation während der kieferorthopädischen Behandlung mit festsitzenden Apparaturen zu entwickeln.

Tabelle 1: Systematische Reviews und Metaanalysen zur Prävention und Therapie von WSL während und nach MBT (in Anlehnung an Weyland MI, Jost-Brinkmann PG, Bartzela T, 2022, S.7)

Studien	Anzahl der untersuchten Studien	Teilnehmer*innen-anzahl / Alter (Jahre)	Ausgewerteter Studienzeitraum	Methoden zur Prävention und Therapie	Ergebnisse – WSL-Reduktion
Benson et al. (2019) Systematischer Review	10	1798 jede Altersgruppe	2005 - 2019	F freisetzende Materialien während MBT	12.300 ppm F (APF-Schaum): alle 6 - 8 Wo, neue WSL: APF 13 % <-> Placebo 51 % (geringe Evidenz) 5.000 ppm F Zahnpasta: neue WSL: 5.000 ppm 18 % <-> 1.450-1.500 ppm 27 % (geringe Evidenz)
Tasios et al. (2019) Systematischer Review und Metaanalyse	23	1473 jede Altersgruppe, Durchschnittsalter: 14,1	1992 - 2017	F freisetzende Materialien, alle Arten von Glattflächenversiegelung, Erinnerungen (z.B., SMS, App's) während der MBT	F-Lack: alle 6 - 12 Wo: reduzierte WSL-Inzidenz: F-Lack 27,2 % <-> kein F-Lack 59,2 % (geringe Evidenz) aktive Erinnerungen: 1x/Wo bis 1x/Mo: reduzierte WSL-Inzidenz: aktive Erinnerungen 26 % <-> keine Erinnerungen 60 % (geringe Evidenz)
Höchli et al. (2017) Systematischer Review und Metaanalyse	20	942 jede Altersgruppe, Durchschnittsalter: 16,1	2006 - 2016	F freisetzende Materialien, CPP-ACP-Gel (mit oder ohne F), Bleaching, Kariesinfiltration, Miswak Kaustäbchen, Zahnpasta aus bioaktivem Glas nach MBT	22.600 ppm F-Lack/ 5 % NaF-Lack: 1x/Mo: reduzierte WSL-Inzidenz: Lack <-> Kontrolle $p < 0,05$ (geringe Evidenz)

APF = Acidulated Phosphate Fluoride, CPP-ACP = Caseinphosphopetid amorphes Calciumphosphat, F = Fluorid, MBT = Multibracket-Therapie, NaF = Natriumfluorid

2. Methodik

2.1 Umfrage

Bei der vorliegenden Studie handelt sich um eine deutschlandweite Querschnittsstudie zu Präventionsmaßnahmen gegen Zahnschmelzdemineralisationen während der MBT und deren Behandlungsmethoden, die von der Abteilung für Kieferorthopädie und Orthodontie der Charité - Universitätsmedizin Berlin, Deutschland, durchgeführt wurde. Einbezogen wurden in Deutschland tätige Mitglieder der DGKFO (Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V.), der KFOBB (Gesellschaft für Kieferorthopädie von Berlin und Brandenburg e. V.), der GMSCKFO (Gesellschaft Master of Science Kieferorthopädie e.V.), der KFO IG (Fachvereinigung Deutscher Kieferorthopäd*innen, Kieferorthopädische Interessengemeinschaft) und Kieferorthopäd*innen an deutschen Universitäten.

Die Datenerhebung erfolgte mit einem Fragebogen mit vorrangig Multiple-Choice-Fragen mit einer erforderlichen Zeit zum Ausfüllen von 5 bis 7 Minuten. Der Inhalt ist in 6 Teile gegliedert, die sich schwerpunktmäßig unterscheiden.

Im ersten Teil geht es um die eingesetzten zahnärztlichen Versorgungsmaßnahmen und zahnärztlichen Materialien, zur Verhinderung von Demineralisierungen vor Beginn, während und nach der MBT. Im zweiten Teil geht es um die kieferorthopädischen Materialien zum Kleben und Befestigen von Bändern und Brackets auf Grundlage des Herstellerberichts über die F-Freisetzung. Über den angegebenen Markennamen können Rückschlüsse gezogen werden, ob das Klebematerial F freisetzt oder nicht. Im dritten Teil geht es um die Patient*innen und deren Adhärenz, Motivation und Einhaltung von Terminen. Im vierten Teil geht es um die Bildung von WSL nach den Erfahrungsberichten der Kieferorthopäd*innen. Darüber hinaus wurden auch Informationen über das Alter und Geschlecht der Risikogruppen gesammelt. Im fünften Teil geht es um die Notwendigkeit einer Leitlinie zur Verhinderung von Demineralisierungen während MBT. Im sechsten Teil geht es um den beruflichen Hintergrund der befragten Kieferorthopäd*innen.

Die Teilnahme erfolgte völlig anonym, so dass keine praxisbezogenen Daten weitergegeben werden konnten. Die Ethikkommission der Charité - Universitätsmedizin Berlin hat den Fragebogen und die Methodik dieser Studie genehmigt (EA2/196/20).

2.2 Verfahren

Die Umfrage wurde von drei Zahnärzt*innen, eine Doktorandin und zwei Betreuungspersonen, durchgeführt. Weiterbildungsassistent*innen der kieferorthopädischen Abteilung der Charité - Universitätsmedizin Berlin hatten den Fragebogen validiert. Hierzu wurden sieben Kieferorthopäd*innen konsultiert, um die Validität und Reliabilität zu überprüfen. Prof. Dr. Olga Polydorou aus der Abteilung für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie, der Universität Freiburg, gab aufschlussreiche Kommentare zum Fragebogen ab. Die Kommentare wurden verwendet, um das Design des Fragebogens zu verbessern und die Rücklaufquote zu erhöhen.

Zwischen Oktober 2020 und Dezember 2020 erhielten alle angeschriebenen Personen eine E-Mail mit einem Informationsschreiben und einem Zugang zur Online-Umfrage auf der Webseite „Survio.com“. Erinnerungsmails wurden im Abstand von einem Monat eingestellt. Da der Online-Fragebogen anonym ausgefüllt wurde, konnten keine Personenbezüge erstellt werden, so dass alle Teilnehmer*innen durch Erinnerungsmails angeschrieben wurden – auch jene, die den Fragebogen bereits beantwortet hatten.

Die zurückgesandten Fragebögen wurden von der Erstautorin und Doktorandin (MW) online eingesammelt. Die Antworten wurden in das Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel übertragen und anschließend zur statistischen Datenanalyse in die Statistiksoftware SPSS (IBM SPSS Statistics for Macintosh, Version 27.0. Armonk, NY; IBM Corp) importiert.

2.3 Teilnehmer*innen

Die Zielgruppe umfasste in Deutschland tätige Kieferorthopäd*innen, die in Privatpraxen und Universitäten arbeiten. Aufgrund des Datenschutzgesetzes durfte die DGKFO (Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e. V.) die Kontaktdaten Ihrer Mitglieder*innen nicht zur Verfügung stellen. Einer Broschüre der Gesellschaft aus dem Jahr 2007 zur Verteilung an Ihre Mitglieder*innen, konnten Kontaktdaten der Mitglieder*innen entnommen werden. Es wurde mit einer geringen Rücklaufquote von circa 10-15 % gerechnet (60). Die ersten 900 Teilnehmer*innen wurden nach dem Zufallsprinzip aus den 2543 DGKFO-Mitglieder*innen ausgewählt. In der gedruckten Broschüre der DGKFO sind alle Mitglieder*innen in aufsteigender alphabetischer

Reihenfolge aufgeführt. In Excel wurde eine Tabelle mit aufsteigenden Zahlen bis 2543 in der ersten Spalte erstellt. Mit der Funktion "`=RAND()`" wurde jeder dieser Zahlen in der zweiten Spalte eine Zufallszahl zwischen 0 und 1 mit 15 Nachkommastellen zugewiesen. Die Tabelle wurde anschließend nach diesen zufällig erzeugten Zahlen in aufsteigender Reihenfolge sortiert und die ersten 900 Mitglieder*innen wurden ausgewählt. Die Kontaktdaten dieser Mitglieder*innen wurden dann auf Aktualität und das Vorhandensein einer E-Mail-Adresse überprüft. Ausgeschlossen wurden Mitglieder*innen im Ruhestand und im Ausland praktizierende Mitglieder*innen. Durch das Aussortieren wurde die Anzahl gültiger Kontaktdaten auf 584 reduziert.

Ferner wurden 127 Kieferorthopäd*innen aus allen kieferorthopädischen Abteilungen der deutschen Universitäten, darunter Professoren, Oberärzte und wissenschaftliche Mitarbeiter*innen, kontaktiert, um an der Studie teilzunehmen. Die E-Mail-Adressen konnten der Webseite der jeweiligen Universität entnommen werden.

Die KFOBB (Gesellschaft für Kieferorthopädie Berlin und Brandenburg e. V.), GMSCKFO (Gesellschaft Master of Science Kieferorthopädie e.V.) und KFO IG (Fachvereinigung Deutscher Kieferorthopäd*innen, Kieferorthopädische Interessengemeinschaft) haben den Fragebogen freundlicherweise an ihre Mitglieder*innen weitergeleitet.

Aufgrund des Verteilungsmodus ist es nicht möglich, die exakte Anzahl der Empfänger*innen zu bestimmen. Bekannt ist, dass 711 Kieferorthopäd*innen direkt angeschrieben wurden.

2.4 Statistische Auswertungen

Über die biometrische Fallzahlplanung nQuery (Version 8.6.0.0) wurde für die Stichprobengröße der Teilnehmer*innen der Schwellenwert von 120 Kieferorthopäd*innen festgelegt. Es wurde angenommen, dass sich mehr als 63,3 % der Kieferorthopäd*innen für eine Leitlinie zur Prävention der WSL aussprechen. Die Nullhypothese lautete entsprechend, dass der Anteil der Kieferorthopäd*innen, die sich eine Leitlinie zur Prävention der WSL wünschen bei 50 % oder weniger liegt. Diese galt es zu widerlegen. Bei einer Fallzahl von 120 hat der einseitige Binomialtest eine Power von mindestens 80 %. Das einseitige Signifikanzniveau ist $\alpha = 0,025$.

Die statistische Analyse erfolgte mit SPSS. Die Analyse umfasste deskriptive Statistiken: Häufigkeitsverteilung (relative und absolute Häufigkeit) sowie Kreuztabellen. Die Informationen werden in Prozentwerten beschrieben.

Alle Teilnehmer*innen wurden hinsichtlich ihres Abschlussjahres in zwei Gruppen eingeteilt: die mit Abschlussjahr vor 2000 und die mit Abschlussjahr ≥ 2000 . Eine weitere Gruppierung erfolgte nach Arbeitsplatz: Privatpraxis, Universität und Kombination aus Privatpraxis und Universität.

Die Auswertung des primären Endpunkts erfolgte durch den einseitigen Binomialtest, der die beobachtete Häufigkeit auf dem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,025$ gegen 50 % testete. Zusätzlich wurde ein zweiseitiges 95 % Konfidenzintervall berechnet. Der Binomialtest wird klassischerweise benutzt, um Hypothesen über die unbekannte Wahrscheinlichkeit eines dichotomen Merkmals zu testen. Hier wird ein einseitiger Binomialtest verwendet da die Haupthypothese eine gerichtete Hypothese ist.

Der statistische Vergleich zwischen zwei Häufigkeiten eines Merkmals in unabhängigen Untergruppen der Stichprobe erfolgte mit dem Chi-Quadrat-Test nach Pearson. Dieser prüft, ob ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen zwei kategorialen Variablen besteht oder nicht.

Das Signifikanzniveau wurde für alle statistischen Analysen auf $p < 0,05$ festgelegt. Zur Beurteilung des Signifikanzniveaus wurde festgelegt:

$p > 0,05$ nicht signifikant

$p < 0,05$ signifikant

$p < 0,01$ sehr signifikant

$p < 0,001$ hoch signifikant

Wenn die erwartete Zellenanzahl größer als 5 war, wurde der Chi-Quadrat-Test nach Pearson verwendet. Andernfalls und bei zusätzlichem $p < 0,05$ wurde zusätzlich zum Chi-Quadrat-Test nach Pearson entweder der exakte Test der Anpassungsgüte (test of goodness-of-fit) oder der exakte Test der Unabhängigkeit nach Fisher (Fisher's exact test of independence) zur Überprüfung der Signifikanz der Ergebnisse angewendet (61).

3. Ergebnisse

Teilergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden veröffentlicht in: Weyland MI, Jost-Brinkmann PG, Bartzela T. Management of white spot lesions induced during orthodontic treatment with multibracket appliance: a national-based survey. Clin Oral Investig. 2022 Mar 25:1–13. (62)

3.1 Teilnahme

Bis Ende Dezember 2020 haben 156 Teilnehmer*innen den Fragebogen ausgefüllt. Ein Fragenbogen musste ausgeschlossen werden, da dieser von einer oder einem in der Schweiz tätigen Teilnehmer*in stammte. Von den 155 gültigen Fragebögen haben 39 (25,2 %) der Teilnehmer*innen ihr Studium vor dem Jahr 2000 und 116 (74,8 %) ihr Studium im Jahr 2000 oder später abgeschlossen. 139 (89,7 %) Teilnehmer*innen haben ihre Weiterbildung in Deutschland abgeschlossen und 16 (10,3 %) Teilnehmer*innen haben ihre Weiterbildung im Ausland abgeschlossen (Tabelle 23). 29 (18,7 %) der Teilnehmer*innen waren ausschließlich an einer Universität tätig, 9 (5,8 %) in einer Kombination aus Universität und Privatpraxis und 117 (75,5 %) ausschließlich in einer Privatpraxis.

Da der Fragebogen nicht nur direkt, sondern auch über Verbände als Verteiler verschickt wurde, lässt sich nicht genau ermitteln, wie viele Kieferorthopäd*innen angeschrieben wurden. Die Rücklaufquote konnte demnach nicht für die gesamte Online-Umfrage berechnet werden, sondern nur für den Anteil der Teilnehmer*innen, die direkt kontaktiert wurden. Bei 711 angeschriebenen Personen und 155 Teilnahmen liegt die Rücklaufquote für die Gruppe bei 21,8 %.

3.2 Mundhygiene- und Präventionsprotokoll

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Umfrage zur Anwendung von Mundhygiene- und Präventionsprotokollen zum Vermeiden von WSL in tabellarischer Form erläutert.

Tabelle 2 zeigt, dass die überwiegende Anzahl der Teilnehmer*innen (80,6 %) zu Beginn der MBT ein Mundhygiene- und Präventionsprotokoll durchführen und etwas mehr als die Hälfte der Teilnehmer*innen (54,8 %) dies bei Patient*innen mit schlechter Mundhygiene

tun. Tabelle 3 zeigt verschiedene Maßnahmen zur Prävention von WSL. Es sollte angegeben werden, welche Präventionsmethoden im Laufe der MBT angewendet werden. Mundhygieneanweisungen werden von 91,3 % der Teilnehmer*innen erteilt. Eine knappe Mehrheit (54,5 %) lässt immer eine professionelle Zahnreinigung durchführen. Eine Ernährungsberatung wird dagegen nur von 33,1 % routinemäßig und von 13,8 % nie durchgeführt. F-Gel wird häufiger regelmäßig verwendet (45,1 %) als F-Lack (26,8 %), wobei der Anteil der routinemäßigen Anwendung bei beiden unter 50 % liegt. 68,7 % der Teilnehmer*innen beginnen die MBT immer erst bei angemessener Mundhygiene.

Mundhygieneanweisungen werden vor allem zu Beginn der MBT und bei Patient*innen mit schlechter Mundhygiene gegeben, nahezu unabhängig vom Kariesrisiko. 38,1 % der Teilnehmer*innen gaben an, dass sie Patient*innen mit hohem Kariesrisiko zu jedem Termin Mundhygieneanweisungen geben (Tabelle 4).

Diätetische Ratschläge für Patient*innen mit hohem Kariesrisiko (63,9 %) und allgemein (51,6 %) werden überwiegend bei schlechter Mundhygiene erteilt (Tabelle 5).

Tabelle 2: Anteil der Teilnehmer*innen, die ein Mundhygiene- und Präventionsprotokoll verwenden (eigene Darstellung)

<i>Verwenden Sie ein Mundhygiene- und Präventionsprotokoll zur Vermeidung von WSL während der MBT?</i>	Ja [%]	Nein [%]
Zu Beginn der Behandlung	80,6	19,4
Bei schlechter Mundhygiene	54,8	45,2
Erst beim Auftreten der Demineralisation	4,5	95,5
Nie	5,2	94,8

MBT = Multibracket-Therapie, WSL = White Spot Läsionen

Tabelle 3: Anteil der Teilnehmer*innen, die Maßnahmen zur Verhinderung von Schmelzdemineralisation zu Beginn und während MBT ergreifen (Weyland MI, Jost-Brinkmann PG, Bartzela T, 2022, S.5)

<i>Welche Maßnahmen sind Teil Ihres Mundhygiene- und Präventionsprotokolls während MBT?</i>	Immer [%]	Häufig [%]	Manchmal [%]	Nie [%]
Aufklärung über die aktuelle Mundhygiene-Situation	82,9	16,4	0,0	0,7
Mundhygiene-Instruktion	73,5	23,1	2,7	0,7
Empfehlung von:				
Elektrische Zahnbürste	17,8	37,0	32,9	12,3
Zahnzwischenraumbürsten und/oder Zahnseide	83,0	10,9	5,4	0,7
Professionelle Zahnreinigung	54,5	27,6	15,2	2,8
Ernährungsberatung	33,1	20,0	33,1	13,8
Speichelkeimzahlbestimmung	0,7	1,4	4,9	93,0
Applikation von:				
F-Gel	45,1	25,4	17,6	12,0
F-Lack	26,8	28,2	25,4	19,7
F-Schaum	2,3	0,0	12,0	85,7
CHX-Lack oder -Gel	7,2	11,6	39,9	41,3
Applikation von:				
Glattflächenversiegelung <u>vor</u> dem Bracketkleben	39,0	14,7	9,6	36,8
Glattflächenversiegelung <u>nach</u> dem Bracketkleben	18,6	15,0	20,0	46,4
Lingualapparaturen oder Invisalign statt konventioneller labialer MB-Therapie bei Patient*innen mit hohem Kariesrisiko	11,0	10,3	48,3	30,3
Beginn der MB-Behandlung erst wenn angemessene Mundhygiene vorhanden ist	68,7	25,2	5,4	0,7

<i>Welche Maßnahmen sind Teil Ihres Mundhygiene- und Präventionsprotokolls während MBT?</i>	Immer	Häufig	Manchmal	Nie
	[%]	[%]	[%]	[%]
Bei Verschlechterung während der MBT:				
Überweisung an den Hauszahnarzt	40,7	33,1	19,3	6,9
Warnschreiben an Eltern/Erziehungsberechtigte	48,6	24,7	19,2	7,5
Fortsetzen der Behandlung mit einer herausnehmbaren Apparatur	18,6	37,2	42,1	2,1
Beschleunigung der Behandlung mit Kompromissen	6,2	22,6	56,8	14,4
Vorzeitige Entfernung der MB-Apparatur bei mangelnder Mundhygiene	21,1	35,4	42,9	0,7
CHX = Chlorhexidindigluconat, F = Fluorid, MB = Multibracket, MBT = Multibracket-Therapie				

Tabelle 4: Anteil der Teilnehmer*innen, die Mundhygieneanweisungen anwenden (eigene Darstellung)

<i>Wie oft erfolgt routinemäßig eine Mundhygieneunterweisung?</i>	Ja	Nein
	[%]	[%]
Zu Beginn der Behandlung	88,4	11,6
Bei schlechter Mundhygiene	78,7	21,3
Bei jedem Termin	9,0	91,0
Alle 6-8 Wochen	13,5	86,5
3-4x im Jahr	20,6	79,4
2x im Jahr	7,7	92,3
Während der professionellen Zahnreinigung	45,8	54,2
Nie	0,0	100,0

<i>Wie oft erfolgt eine Mundhygieneunterweisung bei Patient*innen mit hohem Kariesrisiko?</i>	Ja [%]	Nein [%]
Zu Beginn der Behandlung	86,5	13,5
Bei schlechter Mundhygiene	75,5	24,5
Bei jedem Termin	38,1	61,9
Alle 6-8 Wochen	12,3	87,7
3-4x im Jahr	14,2	85,8
2x im Jahr	4,5	95,5
Während der professionellen Zahnreinigung	45,8	54,2
Nie	0,0	100,0

Tabelle 5: Anzahl und Anteil der Teilnehmer*innen, die Ernährungsberatungen durchführen (eigene Darstellung)

<i>Wie oft führen Sie routinemäßig eine Ernährungsberatung durch?</i>	Anzahl der Teilnehmer*innen (N = 155)	Anteil der Teilnehmer*innen [%]
Bei schlechter Mundhygiene	80	51,6
Einmal im Laufe der Behandlung	72	46,5
Nie	33	21,3
Während der professionellen Zahnreinigung	29	18,7
Bei jedem Termin	2	1,3

<i>Wie oft führen Sie eine Ernährungsberatung bei Patient*innen mit hohem Kariesrisiko durch?</i>	Anzahl der Teilnehmer*innen (N = 155)	Anteil der Teilnehmer*innen [%]
Bei schlechter Mundhygiene	99	63,9
Einmal im Laufe der Behandlung	54	34,8
Während der professionellen Zahnreinigung	39	25,2
Nie	23	14,8
Bei jedem Termin	11	7,1

Tabelle 6 zeigt, welche topischen Hilfsmittel angewendet und empfohlen werden, sowie deren Anwendungshäufigkeit. Die Anwendung von F-Gel oder F-Lack, unabhängig vom Kariesrisiko, erfolgt meist zu Beginn der Behandlung (58,1 %) und während der professionellen Zahnreinigung (45,2 %). Seltener werden F-Gel oder F-Lack bei regelmäßigen Terminen aufgetragen (5,8 %). Die Anwendung eines F-Gels einmal pro Woche (75,5 %) und einer fluoridierten Zahnpasta (86,5 %) als topische Materialien für die häusliche Anwendung werden am häufigsten empfohlen. Die Präventionsmaßnahme, die als private Zusatzleistung am häufigsten angeboten wird, ist das Auftragen einer Glattflächenversiegelung um die Brackets (77,4 %).

Die am häufigsten vorgeschlagene Therapie zur ästhetischen Verbesserung von WSL nach MBT (Tabelle 7) ist die Fluoridierung (95,9 %). 70,7 % der Teilnehmer*innen empfehlen immer F. Mikroabrasion und Bleaching werden selten als Routinetherapie eingesetzt (13,9 % bzw. 7,2 %).

Tabelle 6: Anzahl und Anteil der Teilnehmer*innen, die topische Hilfsmitteln während MBT anwenden und empfehlen (Weyland MI, Jost-Brinkmann PG, Bartzela T, 2022, S.6)

<i>Applikation von F-Gel oder F-Lack</i>	Anzahl der Teilnehmer*innen (N = 155)	Anteil der Teilnehmer*innen [%]
Zu Beginn der Behandlung	90	58,1
Während der professionellen Zahnreinigung	70	45,2
3-4x im Jahr	39	25,2
2x im Jahr	30	19,4
Nie	12	7,7
Bei jedem Termin	9	5,8
Alle 6-8 Wochen	6	3,9
<i>Empfehlungen zur häuslichen Mundpflege</i>		
Fluoridierte Zahnpasta	134	86,5
F-Gel 1x/Woche	117	75,5
F-Mundspüllösung 1-2x/Tag	46	29,7
Fluoridierte Zahnpasta mit 5000 ppm F	14	9,0

Empfehlungen zur häuslichen Mundpflege

CHX-Mundspüllösung 1-2x/Tag	7	4,5
Keine Empfehlungen	5	3,2

Vorbeugende Maßnahmen als private Zusatzleistungen

Glattflächenversiegelung	120	77,4
Applikation von F- oder CHX-Lack oder -Gel >2x im Jahr	39	25,2
Keine	29	18,7

CHX = Chlorhexidindigluconat, F = Fluorid, ppm = parts per Million, MBT = Multibracket-Therapie

Tabelle 7: Anteil der Teilnehmer*innen, die unterschiedlichen Therapien zur ästhetischen Verbesserung von WSL nach MBT vorschlagen (eigene Darstellung)

<i>Welche Therapien schlagen Sie zur ästhetischen Verbesserung von WSL vor?</i>	Immer	Häufig	Manchmal	Nie
	[%]	[%]	[%]	[%]
Fluoridierung	70,7	19,7	5,4	4,1
Mikroabrasion	5,2	8,7	33,0	53,0
Bleaching	0,9	6,3	25,2	67,6
Kariesinfiltration	21,2	33,6	28,5	16,8
Kunststofffüllungen	4,0	20,2	60,5	15,3
Veneers	2,7	7,1	42,0	48,2
Keine Therapie	2,0	25,0	33,0	40,0

MBT = Multibracket-Therapie, WSL = White-Spot-Läsionen

3.2.1 Unterschiede zwischen den Abschlussjahren

Es konnten Unterschiede zwischen den Absolventenjahren festgestellt werden (Tabellen 8 und 9). Diejenigen, die ihr Studium vor dem Jahr 2000 abgeschlossen haben, empfahlen öfter elektrische Zahnbürsten ($p = 0,033$) und applizierten regelmäßiger F-

Lack ($p = 0,033$). Die Anzahl der Kolleg*innen in dieser Gruppe die nie F-Gel oder F-Lack ($p = 0,039$) applizieren ist gegenüber signifikant größer und 1/10 der Kieferorthopäd*innen mit Abschluss vor 2000 gibt nie Empfehlung zur häuslichen Mundpflege ($p = 0,004$). Diejenigen, die ihr Studium vor dem Jahr 2000 abgeschlossen haben, empfehlen jedoch öfter einer CHX-Mundspüllösung 1-2x am Tag ($p = 0,046$) (Tabelle 9). Diejenigen, die ihr Studium im Jahr 2000 oder später abgeschlossen haben, führen öfter professionelle Zahnreinigungen durch ($p = 0,017$), überweisen bei schlechter Mundhygiene ($p = 0,006$) konsequenter zum Hauszahnarzt, empfehlen häufiger Veneers als ästhetische Verbesserung von WSL nach MBT ($p = 0,033$) (Tabelle 8) und empfehlen öfter F-Gel 1x pro Woche ($p = 0,006$) (Tabelle 9).

Tabelle 8: Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) beim Vergleich der Abschlussjahre hinsichtlich der Anwendung eines Mundhygiene- und Präventionsprotokolls (eigene Darstellung)

Vergleiche	Abschlussjahr		p
	Vor Jahr 2000 [%] / Antwort	Jahr 2000 oder später [%] / Antwort	
Empfehlung einer elektrischen Zahnbürste	33,3 / immer	12,7 / immer	0,033
Professionelle Zahnreinigung	13,9 / häufig	32,1 / häufig	0,017
Applikation von F-Lack	45,7 / immer	20,6 / immer	0,033
Überweisung an den Hauszahnarzt bei Verschlechterung der Mundhygiene	34,3 / immer 20,0 / nie	42,7 / immer 2,7 / nie	0,006
Empfehlung von Veneers als Therapie der Wahl nach der MBT	23,8 / häufig 76,2 / nie	46,2 / häufig 41,8 / nie	0,033

F = Fluorid, MBT = Multibracket-Therapie, p = Signifikanzniveau, % = Anteil der Teilnehmer*innen

Tabelle 9: Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) beim Vergleich der Abschlussjahre hinsichtlich der Anwendung und der Empfehlung topischer Hilfsmittel während MBT (eigene Darstellung)

Vergleiche	Abschlussjahr		p
	Vor Jahr 2000 [%]	Jahr 2000 oder später [%]	
Keine Applikation von F-Gel oder -Lack	17,1	5,2	0,039
Empfehlung von F-Gel 1x/Woche	58,9	81,0	0,006
Empfehlung von CHX-Mundspüllösung 1-2x/Tag	11,4	2,6	0,046
Keine Empfehlungen zur häuslichen Mundpflege	10,3	0,8	0,004

CHX = Chlorhexidindigluconat, F = Fluorid, p = Signifikanzniveau, MBT = Multibracket-Therapie, % = Anteil der Teilnehmer*innen

3.2.2 Unterschiede in Abhängigkeit vom Arbeitsplatz

Kieferorthopäd*innen aus Privatpraxen und solche, die in einer Privatpraxis und Universität tätig sind, neigen im Vergleich zu Kieferorthopäd*innen an Universitäten eher dazu, vor dem Setzen der Brackets Glattflächenversiegelungen aufzutragen ($p = 0,046$) und regelmäßiger F-Lack zu applizieren ($p = 0,001$). Die Kieferorthopäd*innen aus der Kombination von Privatpraxis und Universität verwenden den Speichelkeimtest vergleichsweise häufiger ($p = 0,024$) und empfehlen routinemäßig die Kariesinfiltration zur ästhetischen Verbesserung der WSL nach MBT ($p = 0,035$) (Tabelle 10).

Glattflächenversiegelung als private Zusatzleistungen wird öfter in Privatpraxen angeboten ($p = 0,001$) und die professionelle Applikation von F-Lack 2x im Jahr wird öfter von den Kieferorthopäd*innen aus Privatpraxen und jenen aus Privatpraxis und Universität angewendet ($p = 0,013$). Kieferorthopäd*innen aus den Universitäten boten weniger private Zusatzleistungen zu vorbeugenden Maßnahmen ($p < 0,000$) (Tabelle 11).

Tabelle 10: Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) beim Vergleich des Arbeitsplatzes hinsichtlich der Anwendung eines Mundhygiene- und Präventionsprotokolls (eigene Darstellung)

	Arbeitsplatz			p
	Universität [%] / Antwort	Privatpraxis [%] / Antwort	Kombination aus beiden [%] / Antwort	
Speichelkeimzahlbestimmung	100 / nie	93,4 / nie	66,7 / nie	0,024
Applikation von F-Lack	3,7 / immer	31,1 / immer	44,4 / immer	0,001
Glattflächenversiegelung vor dem Bracketkleben	17,9 / immer 60,7 / nie	45,5 / immer 29,3 / nie	33,3 / immer 44,4 / nie	0,046
Kariesinfiltration als Therapie der Wahl bei WSL nach MBT	17,9 / immer	20 / immer	40,4 / immer	0,035

F = Fluorid, MBT = Multibracket-Therapie, p = Signifikanzniveau, % = Anteil der Teilnehmer*innen

Tabelle 11: Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) beim Vergleich des Arbeitsplatzes hinsichtlich der Anwendung und der Empfehlung topischer Hilfsmitteln während MBT (eigene Darstellung)

	Arbeitsplatz			p
	Universität [%]	Privatpraxis [%]	Kombination aus beiden [%]	
Applikation von F-Lack 2x im Jahr	3,4	21,4	44,4	0,013
Glattflächenversiegelung als private Zusatzleistung	51,7	83,7	77,7	0,001
Keine vorbeugenden Maßnahmen als private Zusatzleistungen	44,8	11,9	22,2	0,000

F = Fluorid, p = Signifikanzniveau, % = Anteil der Teilnehmer*innen

3.3 Material für Bänder und Brackets

Tabelle 12: Anzahl und Anteil der Teilnehmer*innen, die fluoridfreisetzenden Adhäsiven oder Zementen anwenden (eigene Darstellung)

<i>Verwenden Sie Adhäsive/Zemente mit Fluoridfreisetzung?</i>	Anzahl der Teilnehmer*innen (N = 154)	Anteil der Teilnehmer*innen [%]
Ja	108	69,7
Nein	32	20,6
Manchmal	14	9,0

116 Teilnehmer*innen gaben die Markennamen der verwendeten Adhäsiven und/oder Zemente an. Bei der Prüfung, ob die angegebenen Materialien tatsächlich F freisetzen, wurde festgestellt, dass 5 von den 88 (5,7 %) dies fälschlicherweise angegeben haben, da das von ihnen angegebene Material nicht fluoridfreisetzend ist.

3.4 Adhärenz und Motivation der Patient*innen

Tabelle 13 zeigt die Bewertung der Mundhygiene der Patient*innen während MBT durch die Behandler. Die Teilnehmer*innen berichten häufig von schlechter Mundhygiene (54,6 %) und Gingivitis (43,9 %). WSL wurden von 3,4 % der Teilnehmer*innen immer, von 11,5 % häufig, von 83,8 % manchmal und von 1,7 % nie beobachtet.

Tabelle 14 zeigt, in welchem Stadium der MBT WSL am häufigsten wahrgenommen werden. 54,7 % der Teilnehmer*innen gaben an, dass die meisten WSL 9 Monate nach MBT-Beginn auftreten.

Aus Tabelle 15 geht hervor, dass Termine häufiger von männlichen Patienten (53,2 %) versäumt werden als von Patientinnen (28,8 %). Jugendliche versäumen häufiger Termine als Erwachsene.

Die am häufigsten angewandte Methode zur Remotivation zu guter Mundhygiene ist die Aufklärung über die Folgen einer schlechten Mundhygiene (94,2 %) (Tabelle 16). Nur wenige (6,5 %) erinnerten ihre Patient*innen mit Textnachrichten an die Wichtigkeit guter Mundpflege. Fast niemand (0,6 %) nutzt Apps zur Remotivation.

Tabelle 13: Anteil der Teilnehmer*innen, die Auskunft über die Mundhygienesituation der Patienten während MBT geben (eigene Darstellung)

<i>Wie oft sehen Sie in Ihrer Praxis Patient*innen mit:</i>	Immer	Häufig	Manchmal	Nie
	[%]	[%]	[%]	[%]
Unzureichender Mundhygiene	5,9	54,6	39,5	0,0
Gingivitis und/oder sichtbarer Plaque	4,1	43,9	51,4	0,7
WSL	3,4	11,5	83,8	1,4

MBT = Multibracket-Therapie, WSL = White-Spot-Läsionen, % = Anteil der Teilnehmer*innen

Tabelle 14: Anzahl und Anteil der Teilnehmer*innen, die Einschätzungen über das Auftretens von WSL während MBT geben (eigene Darstellung)

	3 Monate nach Beginn der Behandlung		6 Monate nach Beginn der Behandlung		9 Monate nach Beginn der Behandlung		Ich weiß nicht	
	N	[%]	N	[%]	N	[%]	N	[%]
Wann treten meistens Neubildungen von WSL?	7	4,7	28	18,7	82	54,7	33	22

MB = Multibracket, N = Anzahl der Teilnehmer*innen, WSL = White-Spot-Läsionen, % = Anteil der Teilnehmer*innen

Tabelle 15: Anteil der Teilnehmer*innen, die mitteilen welche ihrer Patient*innengruppe am häufigsten ihre Termine nicht einhalten (eigene Darstellung)

<i>Von welchen Patient*innen werden die Termine nicht regelmäßig eingehalten?</i>	Anteil der Teilnehmer*innen (N = 155) [%]
12-15-Jährige	51,4
16-18-Jährige	42,4
19-30-Jährige	3,6
> 30-Jährige	2,6

<i>Von welchen Patient*innen werden die Termine nicht regelmäßig eingehalten?</i>	Anteil der Teilnehmer*innen (N = 155) [%]
Weibliche Patient*innen	28,8
Männliche Patient*innen	53,2
Diverse Patient*innen	18,0
<hr/> % = Anteil der Teilnehmer*innen	

Tabelle 16: Anteil der Teilnehmer*innen, die verschiedenen Remotivations-Methoden geben (Weyland MI, Jost-Brinkmann PG, Bartzela T, 2022, S.6)

<i>Was tun Sie zur Remotivation Ihrer Patient*innen?</i>	Anteil der Teilnehmer*innen (N = 155) [%]
Aufklärung über die Folgen einer schlechter Mundhygiene	94,2
Mündliche und/oder schriftliche Information über die Mundhygienesituation	84,5
Fotos von demineralisierten Zähnen zeigen	74,2
Regelmäßige Fotodokumentation als Mittel zur Remotivation (intraorale Fotos vor/während und nach der MB-Behandlung)	51,6
Videos und visuelle Demonstration der Mundpflege mit Modellen	36,1
Textnachricht zur Erinnerung an Verwendung von oralen Hilfsmitteln (Zahnseide, Mundspüllösung usw.)	6,5
Chat-Apps zum Teilen von Zahnselfies	0,6
<hr/> MB = Multibracket, % = Anteil der Teilnehmer*innen	

3.4.1 Unterschiede zwischen den Abschlussjahren

Tabelle 17: Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) beim Vergleich der Abschlussjahre hinsichtlich der angewandten Remotivationsmethoden zu guter Mundhygiene (eigene Darstellung)

Vergleiche	Abschlussjahr		p
	Vor Jahr 2000	Jahr 2000 oder später	
	[%]	[%]	
Mündliche und/oder schriftliche Information über die Mundhygienesituation	74,4	87,9	0,043

p = Signifikanzniveau, % = Anteil der Teilnehmer*innen

Die Kieferorthopäd*innen mit einem Abschlussjahr ≥ 2000 nutzen häufiger mündliche und/oder schriftliche Informationen über die aktuelle Mundhygienesituation als Remotivationsmethode als die Kieferorthopäd*innen mit einem Abschlussjahr vor 2000 ($p = 0,043$).

3.4.2 Statistische Unterschiede zwischen den Arbeitsplätzen

Tabelle 18 zeigt, dass Kieferorthopäd*innen, die in einer Kombination aus Universität und Privatpraxis arbeiten, häufiger Textnachrichten zur Erinnerung an zusätzlichen Hilfsmitteln wie Zahnseide ($p = 0,003$) nutzen. An der Universität und in einer Kombination aus Universität und Privatpraxis tätige Kieferorthopäd*innen wenden die regelmäßige Fotodokumentation als Mittel zur Remotivation häufiger an als nur in einer Privatpraxis tätige Kieferorthopäd*innen ($p = 0,007$).

Tabelle 18: Statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) beim Vergleich des Arbeitsplatzes hinsichtlich der angewandten Remotivationsmethoden zu guter Mundhygiene (eigene Darstellung)

Vergleich	Arbeitsplatz			p
	Universität	Privatpraxis	Kombination aus beiden	
	[%]	[%]	[%]	
Textnachricht zur Erinnerung an Verwendung von oralen Hilfsmitteln (Zahnseide, Mundspülung usw.)	3,4	5,1	33,3	0,003
Regelmäßige Fotodokumentation als Mittel zur Remotivation (intraorale Fotos vor/während und nach der MB-Behandlung)	72,4	44,4	77,8	0,007

MB = Multibracket, p = Signifikanzniveau, % = Anteil der Teilnehmer*innen

3.5 Bildung von White-Spot-Läsionen

Die teilnehmenden Kieferorthopäd*innen geben, die Mundhygiene als größten Einfluss auf die WSL-Bildung (98,7 %) an. Die Adhärenz (83,2 %), die Dauer der Behandlung (80,6 %) und der sozioökonomische Hintergrund (78,7 %) sind weitere häufig genannten Faktoren, die die WSL-Bildung beeinflussen (Tabelle 19).

Tabelle 20 zeigt, dass 11,59 % der Patient*innen während der MBT WSL entwickeln.

Aus Tabelle 21 geht hervor, dass 12-15-jährig und männlich, die Patient*innengruppen ist, die am wahrscheinlichsten WSL während der MBT bildet.

Tabelle 19: Anteil der Teilnehmer*innen, die WSL-Bildungsfaktoren nennen (eigene Darstellung)

Was beeinflusst Ihrer Erfahrung nach WSL?	Anteil der Teilnehmer*innen (N = 155) [%]
Mundhygiene	98,7
Manuelles vs. elektrisches Zähneputzen	20,6
Diät	32,9
Selbstligierende vs. konventionelle Brackets	6,5
Glattflächenversiegelung	40,6

Nicht fluoridfreisetzende Bonding-Materialien	12,3
<i>Was beeinflusst Ihrer Erfahrung nach WSL?</i>	Anteil der Teilnehmer*innen (N = 155) [%]
Behandlungsdauer	80,6
Adhärenz (Versäumen von Terminen usw.)	83,2
Sozioökonomischer Hintergrund	78,7
Alter	44,5
<hr/> % = Anteil der Teilnehmer*innen	

Tabelle 20: Anteil der Patient*innen die, während MBT WSL bilden (eigene Darstellung)

<i>Wie viele Ihrer Patient*innen entwickeln während MBT WSL?</i>	Antwort der Teilnehmer*innen (N = 148) [%]
Mittelwert	11,59
Median	6,00
Modus	5,00
Standardabweichung	11,23
Minimum	0,00
Maximum	50,00
	25
Perzentilen	50
	75
	18,75
<hr/> % = Anteil der Patient*innen	

Tabelle 21: Anteil der Teilnehmer*innen, die Auskunft über die Patient*innengruppe, die am meisten von WSL betroffen sind, geben (eigene Darstellung)

<i>Welche Patient*innengruppe ist am stärksten von WSL betroffen?</i>	Antwort der Teilnehmer*innen (N = 155) [%]
12-15-Jährige	72,3
16-18-Jährige	27,1
19-30-Jährige	0,6
>30-Jährige	0,0
Weibliche Patientinnen	30,1
Männliche Patienten	58,9
Diverse Patient*innen	11,0

% = Anteil der Patient*innen

3.6 Geografische Verteilung

Die Umfrage wurde deutschlandweit an Kieferorthopäd*innen verschickt. Die Teilnehmer*innen sind aus fast allen Bundesländern, mit Ausnahme von Thüringen und Schleswig-Holstein (14 von 16) (Tabelle 22). Das Bundesland mit den meisten Teilnahmen ist Berlin (20,6 %), gefolgt von Nordrhein-Westfalen (16,8 %) und Niedersachsen (12,3 %). Die Anzahl der jeweiligen Teilnehmer*innen ist demnach nicht proportional zur Anzahl der Einwohner*innen der jeweiligen Bundesländer. Etwa 1/10 der Teilnehmer*innen haben ihre Weiterbildung im Ausland abgeschlossen (Tabelle 23).

Tabelle 22: Teilnahme aus den verschiedenen Bundesländern (eigene Darstellung)

Bundesländern	Anzahl der Teilnehmer*innen [N]	Anteil der Teilnehmer*innen [%]
Keine Angabe	8	5,2
Baden-Württemberg	18	11,6
Bayern	16	10,3
Berlin	32	20,6
Brandenburg	8	5,2
Bremen	3	1,9
Hamburg	1	0,6
Hessen	11	7,1
Mecklenburg-Vorpommern	3	1,9
Niedersachsen	19	12,3
Nordrhein-Westfalen	26	16,8
Rheinland-Pfalz	2	1,3
Saarland	2	1,3
Sachsen	5	3,2
Sachsen-Anhalt	1	0,6
Total	155	100,0

Tabelle 23: Weiterbildungsland (eigene Darstellung)

	Anzahl Teilnehmer*innen [N]	Anteil Teilnehmer*innen [%]
In Deutschland	139	89,7
Im Ausland	16	10,3
Total	155	100,0

3.7 Ergebnisse der Hypothesen

3.7.1 Haupthypothese

Nullhypothese:

- Weniger als die Hälfte der Teilnehmer*innen wünschen sich eine Leitlinie zur Prävention von Schmelzdemineralisation während MBT.

Tabelle 24: Anzahl und Anteil der Teilnehmer*innen, die sich eine Leitlinie zur Prävention von Schmelzdemineralisation während MBT wünschen (eigene Darstellung)

<i>Wunsch eines Behandlungskonzepts zur Prävention von Schmelzdemineralisation</i>	Anzahl der Teilnehmer*in nen (N = 152)	Beobachtete r Anteil	Erwarteter Anteil	<i>p</i>
Ja	123	0,81	0,63	0,000
Nein	29	0,19		

Die Nullhypothese kann verworfen werden, und der beobachtete Anteil hat ein "extremes" Ergebnis, mehr als der angenommene Anteil (63 %):

- 123 von 152 (80,9 %, 95 % CI = (73,8 %-86,8 %)) sprachen sich für eine Leitlinie aus. Drei haben nicht geantwortet.
- Da die untere Grenze des Konfidenzintervalls größer als 63 % ist, kann die Nullhypothese ($p \leq 63\%$) verworfen werden.

3.7.2 Sekundärhypothesen

Nullhypothese:

1. Kieferorthopäd*innen, die vor Jahr 2000 ihre kieferorthopädische Weiterbildung abgeschlossen haben, haben mehr Kenntnisse über die Prävention von WSL als Kieferorthopäd*innen, die im Jahr 2000 oder später ihre kieferorthopädische Weiterbildung abgeschlossen haben.

Die Tabellen 8, 9 und 17 beziehen sich auf die Bewertung dieser Hypothese. Von den 10 Präventionsmethoden, die signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Abschlussjahren aufwiesen, wurden 7 Präventionsmethoden häufiger von den Kieferorthopäd*innen mit Abschlussjahr ≥ 2000 angewandt und/oder empfohlen:

- Professionelle Zahnreinigung ($p = 0,017$)
- Überweisung an den Hauszahnarzt bei Verschlechterung der Mundhygiene ($p = 0,006$)
- Empfehlung von Veneers als Therapie der Wahl von WSL nach MBT ($p = 0,033$)
- Circa 5 % der Kieferorthopäd*innen mit Abschlussjahr ≥ 2000 applizieren kein F-Gel oder F-Lack im Vergleich zu 17,1 % der Kieferorthopäd*innen mit Abschlussjahr vor 2000 ($p = 0,039$)
- eine wöchentliche Anwendung von F-Gel wird öfter von den Kieferorthopäd*innen mit Abschlussjahr ≥ 2000 empfohlen ($p = 0,006$)
- 0,8 % der Kieferorthopäd*innen mit Abschlussjahr ≥ 2000 empfehlen kaum topische Materialien zur häuslichen Zahnpflege ($p = 0,004$)
- Kieferorthopäd*innen mit Abschlussjahr ≥ 2000 verwenden häufiger mündliche und/oder schriftliche Informationen über die aktuelle Mundhygienesituation ($p = 0,043$).

Trotz der geringen Unterschiede kann die Nullhypothese verworfen werden, Kieferorthopäd*innen mit Abschlussjahr ≥ 2000 haben mehr Kenntnis über die Prävention von Schmelzdemineralisation ($p < 0,05$).

Nullhypothese:

2. F-Gel oder F-Lack zur Prävention von WSL werden in Universitäten weniger appliziert als in Privatpraxen.

Beim Vergleich der Anwendung von Präventionsprotokollen gab es einen signifikanten Unterschied zwischen den 3 Arbeitsplatz-Gruppen ($p = 0,001$) (Tabelle 10). Es wurde festgestellt, dass nur wenige Kieferorthopäden (3,7 %) aus den Universitäten immer F-

Lack anwandten, verglichen mit den Kieferorthopäd*innen aus den Privatpraxen und denjenigen aus der Kombination von Privatpraxis und Universität, 31,1 % bzw. 44,4 %. Der Unterschied existiert vor allem zwischen den Privatpraxen und den Universitäten ($p = 0,003$).

Auch bei der Häufigkeit der F-Anwendung konnten Unterschiede zwischen den drei Gruppen festgestellt werden. Kieferorthopäd*innen aus Privatpraxen und die, die in Kombination aus beiden arbeiten, wenden häufiger F 2x pro Jahr an ($p = 0,013$).

Es lässt sich sagen, dass in Privatpraxen und in der Kombination aus Universität und Privatpraxis häufiger F-Gel oder F-Lack angewandt wird, als in Universitäten. Diese Nullhypothese kann nicht verworfen werden.

4. Diskussion

4.1 Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse

Der Fragebogen wurde von bundesweit 155 Kieferorthopäd*innen beantwortet. Die meisten gaben an, zu Beginn der MBT einem Mundhygiene- und Präventionsprotokoll zu folgen. Etwas mehr als die Hälfte (53,3 %) gibt Ernährungsempfehlungen ab, aber meist nur, wenn bereits eine schlechte Mundhygiene festgestellt wurde. Weniger als ein Drittel (28,8 %) gab an, bei Verschlechterung der Mundhygiene während MBT mit herausnehmbaren Apparaturen fortzusetzen.

Professionelle Applikation von topischem F erfolgt vor allem zu Beginn der Behandlung, aber nur von knapp über der Hälfte der Befragten (58,1 %). Weitere F-Anwendungen werden nur von knapp einem Viertel oder weniger der Befragten (19,4 %-25,2 %) durchgeführt.

Für die häusliche Mundpflege wird am häufigsten die Applikation eines F-Gels einmal pro Woche empfohlen (75,5 %) und seltener die Verwendung einer Mundspüllösung (29,7 %).

Eine unzureichende Mundhygiene während der MBT wird von 60,5 % der Befragten beobachtet und die Mehrheit (54,7 %) berichtet, dass WSL etwa 9 Monate nach Beginn der MBT auftreten. Überwiegend sind 12-15-jährige männliche Patienten von WSL betroffen.

Die Ergebnisse zeigen, dass viele unterschiedliche Ansätze haben und vor allem zu Beginn der MBT Prävention betreiben. Es konnte allerdings festgestellt werden, dass weniger als die Hälfte der Befragten regelmäßig topisches F anwenden, und um das Fortschreiten der WSL zu stoppen handelt mehr als die Hälfte erst bei schlechter Mundhygiene.

Trotz der geringen Unterschiede zwischen den Abschlussjahren, kann man sagen, dass die Kieferorthopäd*innen mit Abschlussjahr ≥ 2000 bessere Kenntnis über die Prävention von Schmelzdemineralisationen haben ($p < 0,05$). Auch im Vergleich der Arbeitsorte konnten geringe Unterschiede festgestellt werden ($p < 0,05$): Kieferorthopäd*innen aus

Privatpraxen und in Kombination aus Universität und Privatpraxis wenden häufiger F-Lack oder -Gel an als die Kolleg*innen, die nur an einer Universität arbeiten.

4.2 Interpretation der Ergebnisse

Aus Tabelle 2 ergibt sich, dass vor allem am Anfang der MBT ein Mundhygiene- und Präventionsprotokoll angewendet wird und bei schlechter Mundhygiene während der Behandlung zumindest die Mehrheit Maßnahmen ergreift, bevor eine Läsion auftritt. Dies könnte auf die überwiegend gute Mundhygiene der meisten Patient*innen während der MBT zurückzuführen sein, so dass es für die meisten der Befragten nicht notwendig ist, ihr Präventionsprotokoll regelmäßig anzuwenden.

Tabelle 3 macht deutlich, dass eine große Mehrheit Mundhygieneanweisungen und Empfehlungen von häuslichen Hilfsmitteln erteilt. Bis auf wenige Ausnahmen wurden alle genannten Präventionsmaßnahmen von der Mehrheit immer oder häufig angewandt. Das zeigt, dass die meisten Präventionsmaßnahmen durchführen und ein eigenes Konzept haben. Es wurde jedoch festgestellt, dass nur wenige alternative topische Materialien wie z. B. F-Schaum, CHX-Gel oder -Lack regelmäßig verwenden. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass F das bekannteste und vorherrschende Präventionsagents gegen Schmelzdemineralisierungen ist. Lingualapparaturen oder Aligner statt konventioneller labialer MB bei Patient*innen mit hohem Kariesrisiko werden nur von 21,3 % der Befragten routinemäßig eingesetzt. Dies kann daran liegen, dass diese Apparaturen nicht zu den von den Krankenkassen übernommenen Routineapparaturen gehören. Die wichtigste Erkenntnis ist, dass in der Regel Mundhygieneanweisungen, die Applikation von F-Gel und F-Lack sowie eine professionelle Zahnreinigung Teil des Protokolls sind.

Tabelle 4 zeigt die Frequenz der Mundhygieneanweisungen. Eine deutliche Mehrheit gibt an, Mundhygieneanweisungen zu Beginn der Behandlung (88,4 %) und bei schlechter Mundhygiene (78,7 %) zu erteilen. Diese werden Patient*innen mit hohem Kariesrisiko ähnlich oft erteilt wie Nicht-Risikopatienten. Diese Ergebnisse ähneln denen aus Tabelle 2, was wiederum durch die überwiegend gute Mundhygiene, während der MBT bei den meisten Patient*innen erklärt werden kann. Dass Patient*innen mit hohem Kariesrisiko genauso oft erinnert werden wie Patient*innen ohne hohes Kariesrisiko, kann auf das zu Beginn der MBT erworbene Wissen zurückzuführen sein.

Tabelle 5 zeigt, dass etwas mehr als die Hälfte der Studienteilnehmer*innen Ernährungsempfehlungen nur dann gibt, wenn eine schlechte Mundhygiene festgestellt wird, und weniger als die Hälfte Ernährungsempfehlungen im Verlauf der Behandlung gibt, unabhängig vom Kariesrisiko. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass eine Ernährungsberatung nicht routinemäßig in die Aufklärung über gute Zahnpflege einfließt.

Tabelle 6 macht klar, dass die Anwendung von F-Gel oder -Lack, unabhängig vom Kariesrisiko, bei über der Hälfte zu Beginn der MBT (58,1 %) erfolgt, aber weniger als die Hälfte appliziert diese regelmäßig im Laufe der MBT. Dies kann daran liegen, dass keine Notwendigkeit für eine erneute Anwendung besteht, dass nicht genügend Kenntnis über den Nutzen vorhanden ist, oder dass Eltern nicht gewillt sind, zusätzliche Kosten für vorbeugende Maßnahmen zu tragen. Dass F-Gel am häufigsten empfohlen wird, lässt sich damit erklären, dass es problemlos verschrieben werden kann und es im Gegensatz zur täglichen Anwendung der Mundspülung keinen Aufwand bedeutet, es einmal pro Woche anzuwenden. Die Tatsache, dass andere topische Materialien nicht so oft empfohlen werden, kann auf weniger Kenntnis zurückzuführen sein oder einfach darauf, dass die eigenen Methoden nicht geändert werden.

Um WSL nach MBT zu behandeln, ist die Fluoridierung mit topischen Materialien die am häufigsten angewendete Therapie, gefolgt von der Kariesinfiltration (Tabelle 7). Hieraus kann man ableiten, dass versucht wird, möglichst minimalinvasiv vorzugehen, wozu die Verfahren Bleaching und Mikroabrasion nicht zählen.

Wie schon in Kapitel 4.1 erwähnt, lässt sich aus den Tabellen 8 und 9 ableiten, dass Kieferorthopäd*innen mit Abschlussjahr ≥ 2000 vergleichbar aktuellere Kenntnis von der Prävention von Schmelzdemineralisationen haben. Obwohl die Unterschiede gering sind, ist zu erkennen, dass jüngere Kolleg*innen versuchen, aktiv zu handeln, indem sie die Patient*innen bei Verschlechterung der Mundhygiene zum Hauszahnarzt schicken oder 1x pro Woche F-Gel empfehlen, während die älteren Kolleg*innen eher dazu neigen, kein topisches F anzuwenden oder zu empfehlen. Außerdem scheinen die Kieferorthopäd*innen mit Abschlussjahr ≥ 2000 mehr auf ästhetische Ergebnisse bedacht zu sein, da sie Veneers für die WSL-Therapie empfehlen.

Aus den Tabellen 10 und 11 geht hervor, dass in Privatpraxen tätige Kieferorthopäd*innen zu mehr Prävention in Bezug auf WSL neigen. Sie wenden

regelmäßiger topisches F professionell an, applizieren öfter Glattflächenversiegelung vor dem Kleben der Brackets und bieten regelmäßiger Kariesinfiltration an, um WSL nach der MBT zu behandeln. Allerdings könnte dies als kritisch angesehen werden, da alle diese Maßnahmen mit zusätzlichen Kosten für die Patient*innen verbunden sind und Privatpraxen dazu neigen, diese Behandlungen häufiger zu empfehlen als Universitäten.

Wie Tabelle 13 verdeutlicht, wird unzureichende Mundhygiene, während MBT oft (60,5 %) beobachtet, was vermehrt zu Gingivitis und sichtbarer Plaque führt. Dies erläutert deutlich, dass für kieferorthopädische Patient*innen mit MB-Apparaturen das Kariesrisiko erhöht ist. Da, wie aus Tabelle 15 hervorgeht, gerade die 12-15-jährigen männlichen Patienten ihre Termine unzuverlässig einhalten, müssen Präventionsmaßnahmen und Remotivationen diese Patient*innengruppe besonders adressieren.

Tabelle 20 zeigt, dass laut Einschätzung der Befragten 11,59 % der Patient*innen während der MBT WSL entwickeln. Diese f mag gering erscheinen, aber dennoch ist jeder Zehnte betroffen. Die Tabelle zeigt, dass die Schwankungsbreite zwischen den Befragten zwischen 0 und 50 % liegt. Dies ist also ein tägliches Problem in der kieferorthopädischen Behandlung mit MB.

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die Methoden zur Vorbeugung gegen WSL sehr unterschiedlich sind und bei der Anwendung der meisten Präventionsmethoden gibt es keine eindeutige Mehrheit. Die große Mehrheit, also 123 von 152 (80,9 %) der Befragten sprachen sich für eine Leitlinie aus (Tabelle 24), was wahrscheinlich der Tatsache geschuldet ist, dass zurzeit ein Anhaltspunkt oder eine Orientierungshilfe fehlt, es aber auch ungenügend Evidenz gibt.

4.3 Einbettung der Ergebnisse in den bisherigen Forschungsstand

Die Umfrageergebnisse fügen sich in die Ergebnisse vergleichbarer Studien (51, 54-59) ein. Wie auch aus ähnlichen Studien hervorgeht (vgl. Kapitel 1.5), verwenden die meisten Klinikern ein grundlegendes Praxisprotokoll hauptsächlich zu Beginn der Behandlung.

Die Literaturrecherche ergab (Tabelle 1), dass die Applikation von topischem F während MBT vorteilhaft ist, allerdings nur bei wiederholter Applikation. Kirschneck et al. (63) kamen zu dem Ergebnis, dass eine einmalige Anwendung von F-Lack keine positiven

Auswirkungen bei angemessener Mundhygiene zeigt. Jablonski-Momeni et al. (64) untersuchten initiale kariöse Läsionen bei 12-jährigen Kindern in Deutschland, indem sie einer Testgruppe zweimal jährlich F-Lack applizierten und diese mit einer Placebo-Gruppe verglichen. Bei der Placebo-Vergleichsgruppe wurden signifikant mehr initiale kariöse Läsionen festgestellt als bei der Testgruppe ($p = 0,01$). Es könnte daher vorteilhaft sein, F-Lack zweimal pro Jahr professionell zu applizieren. Diese Ergebnisse decken sich mit weiterer Literatur (9, 19, 45, 50). Aus Benson's systematischem Review (65) ergibt sich der Vorschlag, bei jeder kieferorthopädischen Sitzung F-Lack anzuwenden. Dieser Vorschlag beruht allerdings nur auf einer einzigen Studie. Es kann festgestellt werden, dass die empfohlene Applikation von F-Lack zweimal jährlich unabhängig vom Kariesrisiko nur von weniger als einem Viertel der Befragten durchgeführt wird (Tabelle 6). F-Gel und F-Lack scheinen der Standard zu sein, denn nur sehr wenige verwenden oder empfehlen alternative Applikationsmethoden wie F-Schaum, hochfluoridierte Zahnpasta (5.000 ppm F), F-Mundspüllösung, CPP-ACP-Gel oder CHX-Gel oder -Mundspüllösung. Dies liegt mutmaßlich daran, dass sich die meisten Berichte in der Literatur auf F-Lack oder -Gel beziehen. F-Lack zeigte in vielen Studien bessere Ergebnisse als z. B. CHX-Gel oder Mundspüllösung (50, 66-68). Dass alternative topische Materialien wie CPP-ACP oder CHX nur selten empfohlen oder benutzt werden, liegt auch daran, dass F seit seiner Einführung in der Zahnmedizin Mitte des 20. Jahrhunderts das gängigste topische Material und das bekannteste Element zur Remineralisation ist (69). Auch in den Meta-Analysen und systematischen Reviews werden klinische Evidenzen aufgrund der großen Anzahl verfügbarer Studien meistens mit topischem F erbracht.

Aus dem systematischen Review von Sharda et al. (70) geht hervor, dass CPP-ACP alleine im Vergleich zu F keine positive Wirkung auf die Remineralisation hat, während CPP-ACP zusammen mit F einen besseren Remineralisationseffekt hat. Der Vorteil von CPP-ACP zusammen mit F ist die Verfügbarkeit von Ca, PO₄ und F in einem Produkt. Bailey et al. (71) konnten nachweisen, dass CPP-ACP Creme nach dem Zähneputzen mit einer fluoridierten Zahnpasta effektiver aktive WSL in inaktive WSL umwandelt als fluoridierte Zahnpasta gefolgt von einer fluoridierten Mundspüllösung. Ein systematisches Review von Tao et al. (72) berichtet hingegen über keinen Vorteil von CPP-ACP mit F zur Remineralisation von Glattflächen im Vergleich zu F allein. Auch Beerens et al. (73) und Rechmann et al. (74) sehen die Verwendung von CPP-ACP während und nach der

MBT kritisch, weil sie keinen Vorteil gegenüber topischem F in Zahnpasta oder F-Lack erkennen. Die bisherigen klinische Erkenntnisse reichen nicht aus, um einen Vorteil von CPP-ACP gegenüber topischem F zu belegen.

Klinische Wirksamkeit von CHX-Mundspüllösungen zur Reduzierung kariogener Plaque bei Patient*innen mit MB-Apparaturen konnte nachgewiesen werden (32). CHX-Mundspüllösungen scheinen bei Patient*innen mit hohem Kariesrisiko sehr wirksam zu sein (75) und den Anteil von *S. mutans* im Speichel zu verringern (76). Auch eine regelmäßige Applikation von CHX-Lack alle 3 bis 4 Monate zeigt moderate Evidenz bei der Reduzierung kariogener Plaque (77). CHX-Mundspüllösungen oder -Lacke könnten als Teil einer intensiven kurzfristigen Behandlung zur Vorbeugung von WSL von Vorteil sein.

Delbem et al. (23) beschrieben Alternativen zu F zum Remineralisieren des Zahnschmelzes, wie z. B. Substanzen auf Phosphatbasis, die eine Ca- und PO₄-Quelle darstellen. Sie kamen zu dem Schluss, dass Cyclophosphate in Verbindung mit F vielversprechend sind, da sie ein tieferes Eindringen von Ca und PO₄ unter die Zahnschmelzoberfläche ermöglichen und damit die Reparatur der kariösen Läsion fördern. Weitere klinische Nachweise sind jedoch noch erforderlich.

Wie Derks et al. (55) empfehlen auch etwas mehr als die Hälfte der Befragten in der vorliegenden Studie routinemäßig elektrische Zahnbürsten. Mit geringer klinischer Evidenz wird gezeigt, dass elektrische Zahnbürsten die Zahngesundheit besser unterstützen als manuelle Zahnbürsten, indem sie Plaque, Gingivitis, Taschentiefe und gingivale Blutungen während MBT reduzieren (51, 52, 78, 79).

Es gab nur eine Übersichtsarbeit, die die Wirksamkeit von Zahnzwischenraumbürsten während MBT bewertete. Aus dieser Arbeit von Goh et al. (53) geht hervor, dass die Empfehlung, Zahnzwischenraumbürsten zusätzlich zu den Standardzahnbürsten zu verwenden, nicht durch klinische Untersuchungen gestützt wird. Diese Veröffentlichung wurde 2013 zurückgezogen, da sie nicht mehr aktuell ist. Seitdem wurde zwar ein Studienprotokoll veröffentlicht, aber keine weitere Aktualisierung (80). Es konnte keine aktuelle, gut durchgeführte Studie zu diesem Thema gefunden werden. Anzumerken ist, dass die Durchführung einer angemessenen Mundhygiene ohne topisches F nicht zur Reduzierung der Kariesinzidenz führt (81).

In der vorliegenden Studie haben wir festgestellt, dass nur eine knappe Mehrheit der Kieferorthopäd*innen (53,1 %) während MBT regelmäßig eine Ernährungsberatung durchführt. Diese Beratungen erfolgen hauptsächlich erst bei schlechter Mundhygiene und werden selten während der Behandlung wiederholt. Durch eine individuelle Ernährungsbewertung und -beratung können einfache Konzepte hervorgehoben werden, die dazu beitragen, die Exposition und Häufigkeit von freiem Zucker zu reduzieren (nicht mehr als 10 % der Energiezufuhr). Dies wurde auch von Moynihan und Petersen empfohlen (82). Aljohani et al. (83) untersuchten zuckerbezogene Ernährungsgewohnheiten, vor, während und nach MBT. Die wiederholte Ernährungsberatung zeigte im Laufe der Behandlung eine Verbesserung der Mundhygiene bei den Patient*innen. Eine Studie von Azaripour et al. (84), kam zu dem Schluss, dass sich trotz intensiver Mundhygiene- und Ernährungsberatung keine Änderung der Ernährungs- oder Mundhygienegewohnheiten einstellte. Die klinische Evidenz für die Prävention von Karies durch gesunde Ernährung wurde als gering eingestuft (85, 86). Auch hier fehlt es an aussagekräftigen Studien zur Effektivität der wiederholten Ernährungsberatung zur Verbesserung der Mundhygiene.

Die Applikation einer Glattflächenversiegelung wird in Deutschland nicht von den Krankenkassen erstattet. Dies ist eine zusätzliche präventive Zusatzleistung, die die Mehrheit der Befragten (77,4 %) anbietet. Dieser zusätzliche Schutz weist in der Literatur nur geringe bis mäßige Evidenzen auf (44, 70), da in einigen Studien über einen geringen (87) oder gar ausbleibenden Nutzen berichtet wurde (88). Zudem scheint eine einmalige Applikation keinen effektiven Schutz zu bieten (89, 90). Auch Knösel et al. (91) empfehlen eine Reapplikation alle 3,5 Monate während MBT. Wichtig ist auch, dass bei der Applikation von Glattflächenversiegelungen nicht mit Pulver-Wasser-Strahl poliert wird, denn diese Strahlgeräte beeinträchtigen die Oberfläche der Glattflächenversiegler und somit reduzieren ihre Wirkung (92).

Wie bereits mehrmals erwähnt ist Fluoridierung die Therapie der Wahl während, aber auch nach MBT. Es wird empfohlen, mindestens 3 bis 6 Monate nach der Entbänderung zu warten, bevor eine professionelle Applikation von topischem F erfolgt (39). Zuvor soll eine natürliche Remineralisation durch den Speichel und die 2x tägliche Applikation mit einer fluoridierten Zahnpasta die Penetration von Ca- und F-Ionen in den Läsionskörper ermöglichen (9). Der Verzehr von zuckerfreiem Kaugummi mit Xylit oder CPP-ACP

fördert die Remineralisierung des Zahnschmelzes zusätzlich, indem er die Speichelsekretion erhöht (9, 93, 94). Sobald keine weitere ästhetische Verbesserung zu erwarten ist, ist eine professionelle Applikation von F empfehlenswert (9). Je nach Schweregrad und Fortschritt der WSL, so geht aus der Literatur hervor, verbessert topisches F das ästhetische Bild der WSL nicht (46, 70). Paris und Meyer-Lückel (95) beschreiben einen neuen minimalinvasiven Ansatz zur Maskierung von WSL mit einem niedrigviskösen, lichthärtenden Kariesinfiltrant. Nach Anätzen des Schmelzes mit 15 % HCL dringt dieser äußerst fließfähige Kunststoff im Gegensatz zu Adhäsiven und Fissurenversiegeln in die poröse Struktur des Läsionskörpers einer Karies ein. Hierdurch werden Diffusionswege für kariogene Säuren obstruiert. Somit wird nicht nur die White-Spot-Läsionen arretiert, sondern auch ein ästhetisches und stabiles Bild erzeugt (36, 38, 96-98). Diese Methode sollte in Betracht gezogen werden, bevor invasivere Methoden angewandt werden. Zum jetzigen Zeitpunkt wird diese Behandlung nicht von den Krankenkassen übernommen und kann sehr kostenintensiv sein.

Die Studie zeigt, dass die Mehrheit der Befragten fluoridfreisetzenden Adhäsiven oder Zementen anwenden (Tabelle 12). Fluoridfreisetzende Adhäsive oder Zemente sollen als F Speicher wirken, der lokales F auffängt und kontinuierlich F freisetzt, und somit WSL remineralisieren (99, 100). Nascimento's systematischen Review (100) beschreibt eine 58 % Reduzierung von WSL-Neubildung bei Verwendung von fluoridfreisetzenden Adhäsive. Auch Visel et al. (101) zeigt einen positiven Effekt der fluoridfreisetzenden Adhäsive auf die Remineralisation von WSL. Allerdings betrug der Beobachtungsraum dieser Studie nur 4 Wochen, welcher nicht die Behandlungsdauer von MBT reflektiert. Trotz der beschriebenen positiven Remineralisationsprozesse fehlt es in der Literatur (43, 102, 103) an ausreichenden Evidenzen für den Nutzen von fluoridfreisetzender Adhäsiven oder Zemente zum Vermeiden und Verringern von WSL.

Wie in unserer Umfrage, fanden auch aus Gorelick et al. (12), Mizrahi et al. (104), Lucchese et al. (11) sowie Khalaf (105) die Tendenz, dass männliche Patienten öfter WSL entwickeln als Patientinnen. Des Weiteren berichteten Axelsson (106) und Chapmann et al. (107) in Übereinstimmung mit unserer Umfrage, dass Jugendliche vor allem zwischen 12 und 15 Jahren ein höheres Risiko haben, während der MBT WSL zu entwickeln.

Nach Einschätzung der Befragten entwickeln 11,59 % ihrer Patient*innen während der MBT WSL (Tabelle 21). Diese Inzidenz ist wesentlich niedriger als in der Fachliteratur beschrieben, wo diese zwischen 30 % und 73 % schwankt (8, 12, 13, 108). Diese großen Abweichungen können auf die unterschiedlichen Bewertungsmethoden zurückgeführt werden: visuell, Fotografie, Mikroradiografie, polarisierte Lichtmikroskopie, quantitative-lichtinduzierte-Fluoreszenz und konfokale Laser-Scanning-Mikroskopie. Es muss auch berücksichtigt werden, dass es zu Unterschiede in den verschiedenen Studienländern geben kann und dass einige Studien nur eine geringe Anzahl an Patient*innen hatten (14). In unsere Studie haben die Befragten WSL wahrscheinlich primär visuell bewertet, was sehr subjektiv ist.

Die Umfrage ergab, dass die Kieferorthopäd*innen mit Abschlussjahr ≥ 2000 , mehr Präventionsmaßnahmen ergreifen als ihre älteren Kolleg*innen. Zu dem gleichen Ergebnis kamen auch Derks et al. (55). In einer anderen Studie zeigte sich, dass Zahnmedizinstudent*innen in der Lage sind, WSL zu diagnostizieren und Kenntnisse über diese verfügen (109). Andererseits fanden Elsamipour et al. (56) einen inversen signifikanten Unterschied zwischen Alter der Kieferorthopäd*innen und den angewandten Präventivmaßnahmen. Die über 50-Jährigen scheinen mehr Wert auf Prävention zu legen. In der Studie von Kerbusch et al. (54) wurde kein Unterschied zwischen den Abschlussjahren und der Empfehlung vom topischem F gefunden.

Eine große Mehrheit der Befragten (80,9 %) sprach sich für eine Leitlinie zur Prävention von WSL während der MBT aus, was mit der Fragenbogenstudien von Derks et al. (68 %) (55) und Umeh et al. (92 %) (57) übereinstimmt. In unserer, wie auch in den anderen Studien, wurde festgestellt, dass die meisten keinen einheitlichen Leitfaden zur Prävention von WSL anwenden und die verfügbare (niedrige) klinische Evidenz nur selten verwendet wird.

4.4 Stärken und Schwächen der Studie

Ein Schwachpunkt dieser Studie ist die niedrige Rücklaufquote. Aus dieser ergibt sich das Risiko, dass unterschiedliche Perspektiven nicht ausreichend sichtbar wurden. So ist etwa möglich, dass überwiegend diejenigen Kliniker teilgenommen haben, die sich stark mit dem Thema inhaltlich auseinandersetzen und die Sichtweise von Kieferorthopäd*innen, die sich weniger mit dem Thema befassen, unterrepräsentiert ist.

Die Gründe für die niedrige Rücklaufquote sind vielfältig. Da es sich um eine externe Online-Befragung handelt, konnten die Teilnehmer*innen nicht direkt angesprochen und dadurch motiviert werden. Des Weiteren besteht die Gefahr, dass einige E-Mail-Adressen nicht korrekt waren, die E-Mails im Spam-Ordner gelandet sind oder die Kieferorthopäd*in gar nicht über die E-Mail in Kenntnis gesetzt wurde. Oder die Angeschriebenen keine Lust/Zeit hatten.

Bei der gewählten Verteilungsmethode des Fragebogens kann eine Mehrfachteilnahme einzelner Teilnehmer*innen nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden, da das Online-Tool keine zur Identifikation benötigten Daten erfasst, wie etwa die IP-Adresse des Computers.

Ein weiterer Schwachpunkt der Studie ist die geringe biometrische Stichprobengröße von nur 120. Diese ist zwar ausreichend, um statistisch signifikante Ergebnisse zu erhalten, aber im Vergleich zur Gesamtzahl der in Deutschland tätigen Kieferorthopäd*innen gering. Es gibt alleine 3752 Fachzahnärzt*innen für Kieferorthopädie in Deutschland (110). Zahle über Zahnärzt*innen, die auch Kieferorthopädie praktizieren, fehlen komplett, da diese nicht einfach identifizierbar sind. Trotz der kleinen Fallzahl ergibt sich eine große Vielfalt der Befragten. Die Teilnehmer*innen waren aus 14 von insgesamt 16 Bundesländern, darunter Kieferorthopäd*innen aus Universitäten und Zahnarztpraxen mit einem breiten Altersspektrum. Dieser Pluralismus unterstreicht die Relevanz der Ergebnisse der Studie.

4.5 Implikationen für Praxis und zukünftige Forschung

WSL stellen eine häufige unerwünschte Nebenwirkung dar, die es anzugehen gilt. Die sich aus unserer Studie ergebende WSL Inzidenz von 11,6 % liegt unter der in der Literatur angegebenen Inzidenz, hat aber immer noch eine hohe Relevanz.

Durch unsere Umfrage konnte verdeutlicht werden, dass viele Patient*innen während MBT eine unzureichende Mundhygiene und Gingivitis aufweisen; dies trotz etablierter Kariesprophylaxe-Programme in Deutschland. Seit 2019 existiert zusätzlich zu den bisherigen Programmen eine Abrechnungsposition, bei der schon Kleinkinder ab dem 6. Lebensmonat zur zahnärztlichen Früherkennungsuntersuchung gehen und der Begleitperson eine praktische Anleitung zur Aufrechterhaltung der Mundhygiene des

Kindes erteilt wird. Zusätzlich dazu kann 2x je Kalenderhalbjahr bis zum 33. Lebensmonat und anschließend 1x je Kalenderhalbjahr bis zum 72. Lebensmonat eine professionelle Applikation von F-Lack erfolgen (111). Ab dem 6. Lebensjahr bis zum vollendeten 18. Lebensjahr haben die Kinder und Jugendliche die Möglichkeit, sich am Individualprophylaxe-Programm zu beteiligen, bei dem sie 2x pro Jahr über ihren Mundhygiene- und Mundgesundheitsstatus aufgeklärt werden, topische Fluoridierung erhalten und die Fissuren an den Molaren versiegelt werden (112). Diese kassenzahnärztlichen Leistungen werden durch Gruppenprophylaxe-Maßnahmen in Kitas und Schulen ergänzt. Darüber hinaus existiert in Deutschland eine Kariesprophylaxe-Leitlinie (letztes Update 2016) mit Empfehlungen zum präventiven Kariesmanagement wie der Verwendung von fluoridierter Zahnpasta, der 2x jährlichen Kontroll-Untersuchung, Prophylaxe-Programmen, der Verwendung topischen F, der Ernährungslenkung, der Speichelstimulation und der Fissurenversiegelung (21). Trotz dieses breiten Angebots mangelt es weiterhin an Motivation und Umsetzung einer bestmöglichen Mundhygiene bei den Patient*innen.

Die Prophylaxe, die auf den vier Säulen: Plaque-Entfernung, Fluoridierung, regelmäßige Zahnarztbesuche und Ernährungslenkung beruht (21), sollte zumindest für Patient*innen in MBT überdacht werden. Die Qualitätsevidenz zur chemischen und mechanischen Plaque-Entfernung, zur Fluoridierung und zu regelmäßigen Zahnarztbesuchen ist als moderat bis gut einzustufen (19, 43, 85, 86). Die Qualitätsevidenz zur Vorbeugung von WSL durch Ernährungslenkung ist gering (85, 86) und es scheint kein signifikanter Zusammenhang zwischen Karies und häufigen Mahlzeiten zu bestehen (113). Die Studie wurde allerdings nicht bei Patient*innen in MBT durchgeführt. Hier sollten Ernährungsempfehlungen umgesetzt und mehr Aufmerksamkeit auf die Vermeidung der bei Jugendlichen beliebten zuckerhaltigen Getränke gelenkt werden (114). Zu den bestehenden vier Säulen kann eine fünfte hinzugefügt werden: Das Prophylaxe-Programm. Dieses existiert bereits, könnte aber auf Orte ausgeweitet werden, an denen sich kieferorthopädische Patient*innen tagsüber aufhalten, wie z. B. Familien- und Jugendzentren und die Oberstufe. Diese gezielte Gruppenprophylaxe fördert die Mundgesundheit und bietet große Chancen gerade für Risikogruppen, die etwa zuhause wenig Unterstützung erfahren oder sich in einer prekären Situation befinden (115).

Auch Kieferorthopäd*innen haben ihren Beitrag zur Aufklärung und Prävention von WSL während MBT zu leisten, denn deren Hauptziel soll es sein, die Mundgesundheit zu fördern. Das Kariesrisiko sollte von Anfang der MBT evaluiert und anschließend kontinuierlich kontrolliert werden, da eine unzureichende Mundhygiene zur Beeinträchtigung der MBT führt. Wie in der Richtlinien für die kieferorthopädische Behandlung vorgesehen, sollte die Behandlung im Falle ausbleibender Kooperation seitens der Patientin oder des Patienten und wiederholt schlechter Mundhygiene abgebrochen werden (116). Auch Proffit (117) betont, dass die Mundgesundheit vor Beginn einer kieferorthopädischen Behandlung untersucht werden sollte, und bei Patient*innen mit unzureichender Mundhygiene eine Verbesserung vor MBT verlangt werden muss. Hierfür sind Aufzeichnungen und die Fotodokumentation hilfreiche Methoden zur Bewertung des Mundhygienestatus der Patient*innen.

Zimmer und Rottwinkel (118) stellten in ihrer prospektiven klinischen Längsschnittstudie fest, dass eine Patientenselektion anhand von Kariesrisikofaktoren (Plaque-Index, Bleeding on Probing [BOP], Approximalraum Plaque Index [API], DMFT/dmft Index, Speichelkeimbestimmungstest) vor Behandlungsbeginn, eine einfache und valide Methode ist, WSL während der MBT zu vermeiden. Patient*innen mit erhöhtem Kariesrisiko zeigten trotz initialem Prophylaxe-Programm mit Ernährungsberatung, regelmäßiger Patientenmotivation und Fluoridierung sowie zusätzlichen Maßnahmen (professionelle Zahnreinigung, häufigere Termine, wiederholte Mundhygiene-Anweisungen) vermehrt WSL während der MBT ($p < 0,001$). Dies deutet darauf hin, dass es schwer ist, die Gewohnheiten der Patient*innen zu verändern.

Anstelle von wiederholbaren, verbalen Mundhygiene-Anweisungen könnten Apps oder Selfies mit Fokus auf den Zähnen dazu beitragen, die Patient*innen während der MBT an die Mundhygiene zu erinnern.

Trotz aller Bemühungen der Befragten, eine gute Mundhygiene ihrer Patient*innen zu gewährleisten, zeigte die Studie, dass sich eine große Mehrheit eine Leitlinie zur Prävention von WSL wünscht. Es kann angenommen werden, dass sich einige in ihrem Behandlungsprotokoll unsicher fühlen und sich eine Referenz als Orientierung wünschen. Die konkrete Erstellung einer Leitlinie ist durch den derzeitigen Mangel an wissenschaftlicher Evidenz beeinträchtigt. Die Studie unterstreicht den Bedarf an weiteren klinischen Erkenntnissen zur Prävention von WSL, mit dem Ziel, eine Leitlinie

erstellen zu können. Als zwischenzeitliche Lösung könnte ein Behandlungskonzept dienen. Diese bieten Empfehlungen für die beste klinische Praxis, erhöhen die Behandlungsqualität und verringern Abweichungen zwischen den Vorgehen unterschiedlicher Kieferorthopäd*innen.

Regelmäßige professionelle Applikation von 12.300 ppm F-Schaum oder Natriumfluorid (NaF)-Lack in Kombination mit einer 5.000 ppm F Zahnpasta erwies sich als die klinisch wirksamste Methode gegen die Entstehung von WSL. In der Literatur wird empfohlen, F-Lack mindestens 2x pro Jahr oder bei kariesanfälligen Patienten alle 4-6 Wochen während der MBT zu applizieren.

Zusätzlich ist ein Umdenken der Krankenkassen notwendig, um präventive Methoden während MBT, wie z. B. die regelmäßige Anwendung von F-Lack, wiederholte Glattflächenversiegelungen, individuelle Prophylaxe, zu fördern (43, 44) um den Risikofaktor „soziale Herkunft“ zu reduzieren.

5. Schlussfolgerungen

Schlussfolgernd kann man sagen, dass die WSL-Prävention während MBT eine Herausforderung darstellt. Besonders 12-15-jährige männliche Patienten sind betroffen. Kieferorthopäd*innen mit Abschlussjahr ≥ 2000 verwenden mehr Präventionsmaßnahmen gegen Schmelzdemineralisation als Kieferorthopäd*innen mit Abschlussjahr vor 2000. Kieferorthopäd*innen aus Privatpraxen und der Kombination aus Universitäts und Privatpraxis applizieren häufiger F-Gel oder F-Lack als diejenigen, die ausschließlich in Universitäten arbeiten. Zurzeit existiert kein einheitliches Konzept zur Prävention und aus der Literatur konnten keine eindeutigen Leitlinien für die Behandlung von WSL gefunden werden. Die Studie unterstreicht den Bedarf an weiteren klinischen Evidenzen zur Prävention von WSL um Leitlinien zu erstellen, die für Einheitlichkeit und Systematik sorgen.

Ergänzend zum Beitrag der Kieferorthopäd*innen zur WSL-Prävention, wäre eine ganzheitliche Herangehensweise mit Fokus auf der primären Mundgesundheitsversorgung, bestehend aus vermehrten Präventionsprogrammen in Schule und Jugendzentren und der Beteiligung der Krankenkassen an Präventionsmaßnahmen während der MBT vorteilhaft, da Karies nach wie vor eine globale gesundheitliche Belastung darstellt.

Literaturverzeichnis

1. WHO. Oral health - Achieving better oral health as part of the universal health coverage and noncommunicable disease agendas towards 2030. 2020 [Online im Internet]. URL: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB148/B148_8-en.pdf [Zitiert am 22.02.2022].
2. Tinanoff N. Dental Caries. In: Pediatric Dentistry (Sixth Edition), Fundamentals of Pediatric Dentistry: ed. Elsevier; 2019. p. 169-79.
3. Lamont RJ, Eglund PG. Dental Caries. In: Molecular Medical Microbiology, ed. Elsevier; 2015. p. 945-55.
4. Gross EL, Beall CJ, Kutsch SR, Firestone ND, Leys EJ, Griffen AL. Beyond streptococcus mutans: dental caries onset linked to multiple species by 16S rRNA community analysis. PLoS One. 2012;7(10):e47722.
5. Featherstone JDB. Dental caries: a dynamic disease process. Aust Dent J. 2008;53:286-91.
6. Sebastian ST, Johnson T. International caries detection and assessment system (ICDAS): an integrated approach. Int J Oral Health Med Res. 2015;2(3):81-4.
7. Featherstone JDB. The continuum of dental caries — evidence for a dynamic disease process. J Dent Res. 2004;83(Spec Iss C):39-42.
8. Heymann GC, Grauer D. A contemporary review of white spot lesions in orthodontics. J Esthet Restor Dent. 2013;25(2):85-95.
9. Guzman-Armstrong S, Chalmers J, Warren JJ. Ask us. White spot lesions: prevention and treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010;138(6):690-6.
10. Julien KC, Buschang PH, Campbell PM. Prevalence of white spot lesion formation during orthodontic treatment. Angle Orthod. 2013;83(4):641-7.
11. Lucchese A, Gherlone E. Prevalence of white-spot lesions before and during orthodontic treatment with fixed appliances. Eur J Orthod. 2013;35(5):664-8.
12. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1982;81:93-8.
13. Richter AE, Arruda AO, Peters MC, Sohn W. Incidence of caries lesions among patients treated with comprehensive orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011;139(5):657-64.
14. Arruda AO, M. BS, Richter A. White-spot lesions in orthodontics: incidence and prevention, contemporary approach to dental caries. Contemporary Approach to Dental Caries, Dr Ming-Yu LI (Ed). 2012:313-32.
15. Boersma JG, van der Veen MH, Lagerweij MD, Bokhout B, Prahl-Andersen B. Caries prevalence measured with QLF after treatment with fixed orthodontic appliances: influencing factors. Caries Res. 2005;39(1):41-7.
16. Tufekci E, Dixon JS, Gunsolley JC, Lindauer SJ. Prevalence of white spot lesions during orthodontic treatment with fixed appliances. Angle Orthod. 2011;81(2):206-10.
17. Knösel M, Vogel Alvarez R, Blanck-Lubarsch M, Helms HJ. Comparison of potential long-term costs for preventive dentistry treatment of post-orthodontic labial versus lingual enamel cavitations and esthetically relevant white-spot lesions: a simulation study with different scenarios. Head Face Med. 2019;15(1):22.
18. Bundesministerium für Gesundheit (BMG) Bundesrechnungshof. Nutzen kieferorthopädischer Behandlung muss endlich erforscht werden (Kapitel 1502 Titel 636 06). 2017 [Online im Internet]. URL: <https://www.bundesrechnungshof.de/de/veroeffentlichungen/produkte/bemerkungen-jahresberichte/jahresberichte/2017-ergaenzungsband/weitere-einzelplanbezogene-pruefungsergebnisse/bundesministerium-fuer-gesundheit/09> [Zitiert am 22.02.2022].
19. Marinho VC, Worthington HV, Walsh T, Clarkson JE. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev. 2013(7):CD002279.
20. Derks A, Katsaros C, Frencken JE, van't Hof MA, Kuijpers-Jagtman AM. Caries-inhibiting effect of preventive measures during orthodontic treatment with fixed appliances. A systematic review. Caries Res. 2004;38(5):413-20.
21. Geurtsen W, Hellwig E, Klimek J. S2k-Leitlinie Kariesprophylaxe bei bleibenden Zähnen – grundlegende Empfehlungen. Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ) und Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGfZ). AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin. 2016. [Online im Internet]. URL: https://www.awmf.org/uploads/tx_szl_eitlinien/083021_S2k_Kariesprophylaxe_2017-03.pdf [Zitiert am 22.02.2022].
22. American Dental Association (ADA). Fluoride: Topical and Systemic Supplements. July, 2021. [Online im Internet]. URL: <https://www.ada.org/resources/research/science-and-research-institute/oral-health-topics/fluoride-topical-and-systemic-supplements> [Zitiert am 22.02.2022].

23. Delbem ACB, Pessan JP. Alternatives to Enhance the Anticaries Effects of Fluoride. *Pediatr Rest Dent* 2019. p. 75-92.
24. Reema SD, Lahiri PK, Roy SS. Review of Casein Phosphopeptides-Amorphous Calcium Phosphate. *Chin J Dent Res.* 2014;17(1):7-14.
25. Pithon MM, Baiao FS, Sant'Anna LID, Tanaka OM, Cople-Maia L. Effectiveness of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate-containing products in the prevention and treatment of white spot lesions in orthodontic patients: A systematic review. *J Investig Clin Dent.* 2019;10(2):e12391.
26. Karlinsey RL, Pfarrer AM. Fluoride plus functionalized beta-TCP: a promising combination for robust remineralization. *Adv Dent Res.* 2012;24(2):48-52.
27. Karlinsey RL, Mackey AC, Walker ER, Frederick KE. Surfactant-modified beta-TCP: structure, properties, and in vitro remineralization of subsurface enamel lesions. *J Mater Sci Mater Med.* 2010;21(7):2009-20.
28. Lynch RJ. Calcium glycerophosphate and caries: a review of the literature. *Int Dent J.* 2004;54(5 Suppl 1):310-4.
29. Lynch RJ, ten Cate JM. Effect of calcium glycerophosphate on demineralization in an in vitro biofilm model. *Caries Res.* 2006;40(2):142-7.
30. Takahashi N, Nyvad B. The role of bacteria in the caries process: ecological perspectives. *J Dent Res.* 2011;90(3):294-303.
31. Favretto CO, Danelon M, Castilho FC, Vieira AE, Delbem AC. In vitro evaluation of the effect of mouth rinse with trimetaphosphate on enamel demineralization. *Caries Res.* 2013;47(5):532-8.
32. Pithon MM, Sant'Anna LI, Baiao FC, dos Santos RL, Coqueiro Rda S, Maia LC. Assessment of the effectiveness of mouthwashes in reducing cariogenic biofilm in orthodontic patients: a systematic review. *J Dent.* 2015;43(3):297-308.
33. Alkilzy M, Splieth CH. Self-assembling peptides for caries prevention and treatment of initial carious lesions, a review. *Dtsch Zahnärztl Z Int* 2020. 2020;2:021-5.
34. Aggeli A, Bell M, Boden N, Carrick LM, Strong AE. Self-assembling peptide polyelectrolyte beta-sheet complexes form nematic hydrogels. *Angew Chem Int Ed Engl.* 2003;42(45):5603-6.
35. Deyhle H, Dziadowiec I, Kind L, Thalmann P, Schulz G, Muller B. Mineralization of early stage carious lesions in vitro-a quantitative approach. *Dent J (Basel).* 2015;3(4):111-22.
36. Knösel M, Eckstein A, Helms HJ. Durability of esthetic improvement following Icon resin infiltration of multibracket-induced white spot lesions compared with no therapy over 6 months: a single-center, split-mouth, randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(1):86-96.
37. Knösel M, Attin R, Becker K, Attin T. External bleaching effect on the color and luminosity of inactive white-spot lesions after fixed orthodontic appliances. *Angle Orthod.* 2007;77(4):646-52.
38. Knösel M, Eckstein A, Helms HJ. Long-term follow-up of camouflage effects following resin infiltration of post orthodontic white-spot lesions in vivo. *Angle Orthod.* 2019;89(1):33-9.
39. Sonesson M, Bergstrand F, Gizani S, Twetman S. Management of post-orthodontic white spot lesions: an updated systematic review. *Eur J Orthod.* 2017;39(2):116-21.
40. Hayashi M, Momoi Y, Fujitani M, Fukushima M, Imazato S, Kitasako Y, Kubo S, Nakashima S, Nikaido T, Shimizu A, Sugai K, Takahashi R, Unemori M, Yamaki C. Evidence-based consensus for treating incipient enamel caries in adults by non-invasive methods: recommendations by GRADE guideline. *Jpn Dent Sci Rev.* 2020;56(1):155-63.
41. Oosterkamp BCM, van der Sanden WJM, Frencken JEFM, Kuijpers-Jagtman AM. Caries preventive measures in orthodontic practice: the development of a clinical practice guideline. *Orthod Craniofac Res.* 2016;19:36-45.
42. Oosterkamp BCM, Wafae A, Schols JG, van der Sanden WJM, Wensing M. Effectiveness of a clinical guideline to improve dental health among orthodontically treated patients: study protocol for a cluster randomized controlled trial. *Trials.* 2016;17(1):201.
43. Benson PE, Parkin N, Dyer F, Millett DT, Germain P. Fluorides for preventing early tooth decay (demineralised lesions) during fixed brace treatment. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;2019(11).
44. Tasios T, Papageorgiou SN, Papadopoulos MA, Tsapas A, Haidich AB. Prevention of orthodontic enamel demineralization: a systematic review with meta-analyses. *Zurich Open Repository and Archive.* 2019;22(4):225-35.
45. Höchli D, Hersberger-Zurfluh M, Papageorgiou SN, Eliades T. Interventions for orthodontically induced white spot lesions: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2017;39(2):122-33.
46. Hu H, Feng C, Jiang Z, Wang L, Shrestha S, Yan J, Shu Y, Ge L, Lai W, Hua F, Long H. Effectiveness of remineralizing agents in the prevention and reversal of orthodontically induced

- white spot lesions: a systematic review and network meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2020;24(12):4153-67.
47. Fernández CE, Maturana CA, Coloma SI, Carrasco-Labra A, Giacaman RA. Teledentistry and mHealth for promotion and prevention of oral health: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res.* 2021;100(9):914-27.
 48. Bakdach WMM, Hadad R. Effectiveness of different adjunctive interventions in the management of orthodontically induced white spot lesions: A systematic review of systematic reviews and meta-analyses. *Dent Med Probl.* 2020;57(3):305-25.
 49. Imani MM, Safaei M, Afnaniesfandabad A, Moradpoor H, Sadeghi M, Golshah A, Sharifi R, Mozaffari HR. Efficacy of CPP-ACP and CPP-ACPF for prevention and remineralization of white spot lesions in orthodontic patients: a systematic review of randomized controlled clinical trials. *Acta Inform Med.* 2019;27(3):199-204.
 50. He T, Li X, Dong Y, Zhang N, Zhong Y, Yin W, Hu D. Comparative assessment of fluoride varnish and fluoride film for remineralization of postorthodontic white spot lesions in adolescents and adults over a 6-month period: A single-center, randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;149(6):810-9.
 51. Al Makhmari SA, Kakiamanos EG, Athanasiou AE. Short-term and long-term effectiveness of powered toothbrushes in promoting periodontal health during orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;152(6):753-66 e7.
 52. Yaacob M, Worthington HV, Deacon SA, Deery C, Walmsley AD, Robinson PG, Glenny AM. Powered versus manual toothbrushing for oral health. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2014(6):CD002281.
 53. Goh HH. Interspace/interdental brushes for oral hygiene in orthodontic patients with fixed appliances. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007(3):CD005410.
 54. Kerbusch AE, Kuijpers-Jagtman AM, Mulder J, Sanden WJ. Methods used for prevention of white spot lesion development during orthodontic treatment with fixed appliances. *Acta Odontol Scand.* 2012;70(6):564-8.
 55. Derks A, Kuijpers-Jagtman AM, Frencken JE, Van't Hof MA, Katsaros C. Caries preventive measures used in orthodontic practices: an evidence-based decision? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(2):165-70.
 56. Eslamipour F, Shahmoradi M, Farhadi V. Assessment of Iranian orthodontists' practice with regard to the prevention and treatment of white spot lesions. *J Educ Health Promot.* 2017;6:1-5.
 57. Umeh OD, Utomi IL, Ndukwe AN, Izuka M. Demineralization preventive practices among Nigerian orthodontists-An evidence-based approach? *Niger J Clin Pract.* 2020;23(5):589-95.
 58. Hamdan AM, Maxfield BJ, Tüfekçi E, Shroff B, Lindauer SJ. Preventing and treating white-spot lesions associated with orthodontic treatment: A survey of general dentists and orthodontists. *JADA.* 2012;143(7):777-83.
 59. Saito T, Park JH, Bay C. A survey of pediatric dentists on the treatment timing and modalities for white spot lesions in the United States. *J Clin Pediatr Dent.* 2019;43(1):27-33.
 60. Deutskens E., De Ruyter K., Wetzels M., P. O. Response rate and response quality of internet-based surveys: an experimental study. *Marketing Letters.* 2004;15:21-36.
 61. Hedderich J, Sachs L. *Angewandte Statistik - Methodensammlung mit R.* ed. Springer Spektrum. 2018;16. Auflage.
 62. Weyland MI, Jost-Brinkmann PG, Bartzela T. Management of white spot lesions induced during orthodontic treatment with multibracket appliance: a national-based survey. *Clin Oral Investig.* 2022 Mar 25:1–13.
 63. Kirschneck C, Christl J, Reicheneder C, Proff P. Efficacy of fluoride varnish for preventing white spot lesions and gingivitis during orthodontic treatment with fixed appliances—a prospective randomized controlled trial. *Clin Oral Invest.* 2016;20:2371-8.
 64. Jablonski-Momeni A, Lange J, Schmidt-Schafer S, Petrakakis P, Heinzl-Gutenbrunner M, Pieper K. Dental health in 12-year-old children including initial lesions and dentine caries. *Gesundheitswesen.* 2014;76(2):103-7.
 65. Benson PE, Parkin N, Dyer F, Millett DT, Furness S, Germain P. Fluorides for the prevention of early tooth decay (demineralised white lesions) during fixed brace treatment. *Cochrane Database of Systematic Review.* 2013(12):CD003809.
 66. Stafford GL. Fluoride varnish may improve white spot lesions. *Evid Based Dent.* 2011;12(4):104-5.
 67. Du M, Cheng N, Tai B, Jiang H, Li J, Bian Z. Randomized controlled trial on fluoride varnish application for treatment of white spot lesion after fixed orthodontic treatment. *Clin Oral Investig.* 2012;16(2):463-8.

68. Restrepo M, Bussaneli DG, Jeremias F, Cordeiro RC, Raveli DB, Magalhaes AC, Candolo C, Santos-Pinto L. Control of White Spot Lesions with Use of Fluoride Varnish or Chlorhexidine Gel During Orthodontic Treatment A Randomized Clinical Trial. *J Clin Pediatr Dent.* 2016;40(4):274-80.
69. O'Mullane DM, Baez RJ, Jones S, Lennon MA, Petersen PE, Rugg-Gunn AJ, Whelton H, Whitford GM. Fluoride and Oral Health. *Community Dental Health.* 2016;33:69-99.
70. Sharda S, Gupta A, Goyal A, Gauba K. Remineralization potential and caries preventive efficacy of CPP-ACP/Xylitol/Ozone/Bioactive glass and topical fluoride combined therapy versus fluoride mono-therapy - a systematic review and meta-analysis. *Acta Odontol Scand.* 2021:1-16.
71. Bailey DL, Adams GG, Tsao CE, Hyslop A, Escobar K, Manton DJ, Reynolds EC, Morgan MV. Regression of post-orthodontic lesions by a remineralizing cream. *J Dent Res.* 2009;88(12):1148-53.
72. Tao S, Zhu Y, Yuan H, Tao S, Cheng Y, Li J, He L. Efficacy of fluorides and CPP-ACP vs fluorides monotherapy on early caries lesions: A systematic review and meta-analysis. *PLOS One.* 2018;13(4):e0196660.
73. Beerens MW, van der Veen MH, van Beek H, ten Cate JM. Effects of casein phosphopeptide amorphous calcium fluoride phosphate paste on white spot lesions and dental plaque after orthodontic treatment: a 3-month follow-up. *Eur J Oral Sci.* 2010;118(6):610-7.
74. Rechmann P, Bekmezian S, Rechmann BMT, Chaffee BW, Featherstone JDB. MI Varnish and MI Paste Plus in a caries prevention and remineralization study: a randomized controlled trial. *Clin Oral Investig.* 2018;22(6):2229-39.
75. Symington JM, Perry R, Kumar A, Schiff R. Efficacy of a 10% chlorhexidine coating to prevent caries in at-risk community-dwelling adults. *Acta Odontol Scand.* 2014;72(7):497-501.
76. Sari E, Birinci I. Microbiological evaluation of 0.2% chlorhexidine gluconate mouth rinse in orthodontic patients. *Angle Orthod.* 2007;77(5):881-4.
77. Zhang Q, van Palenstein-Helderman WH, Van't Hof MA, Truin GJ. Chlorhexidine varnish for preventing dental caries in children, adolescents and young adults: a systematic review. *Eur J Oral Sci.* 2006;114:449-55.
78. Sivaramakrishnan G, Alsobaiei M, Sridharan K. Powered toothbrushes for plaque control in fixed orthodontic patients: a network meta-analysis. *Aust Dent J.* 2021;66(1):20-31.
79. Heintze SD, Jost-Brinkmann PG, Loundos J. Effectiveness of three different types of electric toothbrushes compared with a manual technique in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1996;110(6):630-8.
80. Goh HH, Doubleday B. Aids for mechanical cleaning of teeth with fixed braces. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2018.
81. Hujoel PP, Hujoel MLA, Kotsakis GA. Personal oral hygiene and dental caries: A systematic review of randomised controlled trials. *Gerodontology.* 2018;35(4):282-9.
82. Moynihan P, Petersen PE. Diet, nutrition and the prevention of dental diseases. *Public Health Nutr.* 2004;7(1A):201-26.
83. Aljohani SR, Alsaggaf DH. Adherence to dietary advice and oral hygiene practices among orthodontic patients. *Patient Prefer Adherence.* 2020;14:1991-2000.
84. Azaripour A, Willershausen I, Hassan M, Ebenezer S, Willershausen B. Oral hygiene and dietary habits in adolescents with fixed orthodontic appliances: a cross-sectional study. *The Journal of Contemporary Dental Practice.* 2016;17(3):179-83.
85. de Silva AM, Hegde S, Akudo Nwagbara B, Calache H, Gussy MG, Nasser M, Morrice HR, Riggs E, Leong PM, Meyenn LK, Yousefi-Nooraie R. Community-based population-level interventions for promoting child oral health. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;9:CD009837.
86. Cooper AM, O'Malley LA, Elison SN, Armstrong R, Burnside G, Adair P, Dugdill L, Pine C. Primary school-based behavioural interventions for preventing caries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013(5):CD009378.
87. O'Reilly MT, De Jesus Vinas J, Hatch JP. Effectiveness of a sealant compared with no sealant in preventing enamel demineralization in patients with fixed orthodontic appliances: a prospective clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;143(6):837-44.
88. Hammad SM, Knösel M. Efficacy of a new sealant to prevent white spot lesions during fixed orthodontic treatment : A 12-month, single-center, randomized controlled clinical trial. *J Orofac Orthop.* 2016;77(6):439-45.
89. Bechtold TE, Sobiegalla A, Markovic M, Berneburg M, Goz GR. In vivo effectiveness of enamel sealants around orthodontic brackets. *J Orofac Orthop.* 2013;74(6):447-57.

90. Coordes SL, Jost-Brinkmann PG, Prager TM, Bartzela T, Visel D, Jacker T, Muller-Hartwich R. A comparison of different sealants preventing demineralization around brackets. *J Orofac Orthop.* 2018;79(1):49-56.
91. Knösel M, Ellenberger D, Goldner Y, Sandoval P, Wiechmann D. In-vivo durability of a fluoride-releasing sealant (OpalSeal) for protection against white-spot lesion formation in orthodontic patients. *Head Face Med.* 2015;11:11.
92. Engel S, Jost-Brinkmann PG, Spors CK, Mohammadian S, Muller-Hartwich R. Abrasive effect of air-powder polishing on smoothsurface sealants. *J Orofac Orthop.* 2009;70(5):363-70.
93. Iijima Y, Cai F, Shen P, Walker G, Reynolds C, Reynolds EC. Acid resistance of enamel subsurface lesions remineralized by a sugar-free chewing gum containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Caries Res.* 2004;38(6):551-6.
94. Cagetti MG, Cocco F, Calzavara E, Augello D, Zangpoo P, Campus G. Study protocol for a randomized clinical trial to evaluate the effect of the use of Xylitol gum in the prevention of caries lesions in children living in Ladakh-the Caries Prevention Xylitol in Children (CaPreXCh) trial. *Trials.* 2021;22(1):871.
95. Paris S, Meyer-Lückel H. Masking of labial enamel white spot lesions by resin infiltration - A clinical report. *Quintessence Int.* 2009;40:713-8.
96. Borges AB, Caneppele TMF, Masterson D, Maia LC. Is resin infiltration an effective esthetic treatment for enamel development defects and white spot lesions? A systematic review. *J Dent.* 2017;56:11-8.
97. Senestraro SV, Crowe JJ, Wang M, Vo A, Huang G, Ferracane J, Covell DA. Minimally invasive resin infiltration of arrested white-spot lesions: a randomized clinical trial. *JADA* 2013;144(9):997-1005.
98. Bourouni S, Dritsas K, Kloukos D, Wierichs RJ. Efficacy of resin infiltration to mask post-orthodontic or non-post-orthodontic white spot lesions or fluorosis - a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig.* 2021.
99. Mustafa HA, Soares AP, Paris S, Elhennawy K, Zaslansky P. The forgotten merits of GIC restorations: a systematic review. *Clin Oral Investig.* 2020;24(7):2189-201.
100. Nascimento PL, Fernandes MT, Figueiredo FE, Faria ESAL. Fluoride-Releasing Materials to Prevent White Spot Lesions around Orthodontic Brackets: A Systematic Review. *Braz Dent J.* 2016;27(1):101-7.
101. Visel D, Jäcker T, Jost-Brinkmann PG, Präger TM. Demineralization adjacent to orthodontic brackets after application of conventional and self-etching primer systems. *J Orofac Orthop.* 2014;75:358-73.
102. Cury JA, de Oliveira BH, dos Santos AP, Tenuta LM. Are fluoride releasing dental materials clinically effective on caries control? *Dent Mater.* 2016;32(3):323-33.
103. Alabdullah MM, Nabawia A, Ajaj MA, Saltaji H. Effect of fluoride-releasing resin composite in white spot lesions prevention: a single-centre, split-mouth, randomized controlled trial. *Eur J Orthod.* 2017;39(6):634-40.
104. Mizrahi E. Enamel demineralization following orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1982 Jul;82(1):62-7.
105. Khalaf K. Factors affecting the formation, severity and location of white spot lesions during orthodontic treatment with fixed appliances. *J Oral Maxillofac Res.* 2014;5(1):e4.
106. Axelsson P. An introduction to risk prediction and preventive dentistry. *Quintessence.* 1999;3:107-11.
107. Chapman JA, Roberts WE, Eckert GJ, Kula KS, Gonzalez-Cabezas C. Risk factors for incidence and severity of white spot lesions during treatment with fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138(2):188-94.
108. Enaia M, Bock N, Ruf S. White-spot lesions during multibracket appliance treatment: A challenge for clinical excellence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140(1):e17-24.
109. Nayak M, Nair DS. Awareness and prevalence of white spot lesion among dental students: A cross sectional study. *International Journal of Current Research.* 2017;9(06):53219-22.
110. Bundeszahnärztekammer. Mitgliederstatistik-Fachzahnärzte. 2020. [Online im Internet]. URL: <https://www.bzaek.de/ueber-uns/daten-und-zahlen/mitgliederstatistik/fachzahnaerzte.html> [Zitiert am 15.03.2022].
111. Gemeinsamer Bundesausschuss. Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Früherkennungsuntersuchungen auf Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten (zahnärztliche Früherkennung gemäß § 26 Absatz 1 Satz 5 und Absatz 2 Satz 5 SGB V) (FU-RL). 2019. [Online im Internet]. URL: <https://www.g-ba.de/richtlinien/31/> [Zitiert am 15.03.2022].

112. Genzel H. Richtlinien des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen über Maßnahmen zur Verhütung von Zahnerkrankungen (Individualprophylaxe). 2003. <https://www.g-ba.de/richtlinien/31/> [Zitiert am 15.03.2022].
113. Cholmakow-Bodechtel C, Füßl-Grünig E, Geyer S, Hertrampf K, Hoffmann T, Holtfreter B, Jordan AR, Kocher T, Micheelis W, Nitschke I, Noffz S, Scharf L, Schiffner U, Schützhold S, Stark H, Zimmer S. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie. DMS V Köln. 2016. <https://www.idz.institute/publikationen/buecher/fuenfte-deutsche-mundgesundheitsstudie-dms-v.html> [Zitiert am 15.03.2022].
114. Inquimbert C, Clement C, Couatarmanach A, Tramini P, Bourgeois D, Carrouel F. Oral hygiene practices and knowledge among adolescents aged between 15 and 17 years old during fixed orthodontic treatment: multicentre study conducted in France. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022;19(4).
115. Robert Koch-Institut (Hrsg), Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (Hrsg) (2008) Erkennen – Bewertet – Handeln: Zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. RKI, Berlin. 2008. [Online im Internet]. URL: https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Studien/Kiggs/Basiserhebung/KiGGS_GPA.pdf%3F__blob%3DpublicationFile [Zitiert am 15.03.2022].
116. Gemeinsamer Bundesausschuss. Richtlinien des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen für die kieferorthopädische Behandlung. 2004. [Online im Internet]. URL: <https://www.g-ba.de/richtlinien/28/> [Zitiert am 15.03.2022].
117. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics*. St Louis, MO: Elsevier/Mosby. 2018;6.
118. Zimmer BW, Rottwinkel Y. Assessing patient-specific decalcification risk in fixed orthodontic treatment and its impact on prophylactic procedures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;126(3):318-24.

Fragenbogen

Das Ausfüllen dieses Fragebogens dauert etwa 5-7 Minuten.

Zur Gewährleistung der Aussagekraft dieser Umfrage ist es wichtig, dass die teilnehmende Person selbst diesen Fragebogen ausfüllt.

Die Umfrage hat 5 Hauptziele:

1. Ermittlung der Notwendigkeit einer Leitlinie für White-Spot-Läsionen (WSL) Behandlung während der Multibracket (MBT).
2. Untersuchung der Präventionsmaßnahmen gegen WSL in kieferorthopädischen Praxen und Universitäten in Deutschland.
3. Ermittlung der Behandlungsmethoden von WSL während und nach der MBT.
4. Ermittlung der Präventionsmaßnahmen bei Patient*innen mit erhöhtem Kariesrisiko.
5. Untersuchung der Kooperation und Compliance der Patient*innen.

Alle Daten werden streng anonymisiert verarbeitet.

1. Prophylaxe-Protokoll

1.1. Verwenden Sie ein Mundhygiene- und Präventionsprotokoll zur Vermeidung von White-Spot-Läsionen (WSL) während der Multibracket (MBT)?

Zutreffendes bitte ankreuzen.

- Zu Beginn der Behandlung
- Bei schlechter Mundhygiene
- Erst beim Auftreten einer Demineralisation
- Nie

Protokoll

Zutreffendes bitte ankreuzen.

1.2. Welche Maßnahmen sind Teil Ihres Mundhygiene- und Präventionsprotokolls während der MBT?

1 = immer 2 = häufig 3 = manchmal 4 = nie

- | | |
|--|---------|
| 1. Aufklärung über die aktuelle Mundhygiene Situation | 1 2 3 4 |
| 2. Mundhygiene -Instruktion | 1 2 3 4 |
| 3. Empfehlen einer elektrischen Zahnbürste | 1 2 3 4 |
| 4. Empfehlen von Zahzwischenraumbürsten und/oder Zahnseide | 1 2 3 4 |
| 5. Professionelle Zahnreinigung | 1 2 3 4 |
| 6. Ernährungsberatung | 1 2 3 4 |
| 7. Speichelkeimzahlbestimmung | 1 2 3 4 |
| 8. Applikation von | |
| • Fluoridgel | 1 2 3 4 |
| • Fluoridlack | 1 2 3 4 |
| • Fluoridschaum | 1 2 3 4 |
| • Chlorhexidinlack und/oder-gel | 1 2 3 4 |
| • Glatflächenversiegelung vor dem Bracketkleben | 1 2 3 4 |
| • Glatflächenversiegelung nach dem Bracketkleben | 1 2 3 4 |
| 9. Lingualapparaturen oder Invisalign statt konventioneller labialer MBT bei Patient*innen mit hohem Kariesrisiko | 1 2 3 4 |
| 10. Beginn der MB-Behandlung erst wenn angemessene Mundhygiene vorhanden ist | 1 2 3 4 |
| Bei Verschlechterung während der Therapie: | |
| 11. Überweisung an den Hauszahnarzt | 1 2 3 4 |
| 12. Warnschreiben an Eltern/Erziehungsberechtigte | 1 2 3 4 |
| 13. Beschleunigung der Behandlung mit Kompromissen | 1 2 3 4 |
| 14. Fortsetzen der Behandlung mit einer herausnehmbaren Apparatur | 1 2 3 4 |
| 15. Vorzeitige Entfernung der MB-Apparatur bei mangelnder Mundhygiene | 1 2 3 4 |

Anwendung des Protokolls

Zutreffendes bitte ankreuzen.

Mundhygiene

1.3. Wie oft erfolgt routinemäßig eine Mundhygieneunterweisung?

- Zu Beginn der Behandlung
- Bei schlechter Mundhygiene
- Bei jedem Termin
- Alle 6 bis 8 Wochen
- 3-4x im Jahr
- 2x im Jahr
- Während der professionellen Zahnreinigung
- Nie

1.4. Wie oft erfolgt eine Mundhygieneunterweisung bei Patient*innen mit hohem Kariesrisiko?

- Zu Beginn der Behandlung
- Bei schlechter Mundhygiene
- Bei jedem Termin
- Alle 6 bis 8 Wochen
- 2x im Jahr
- 3-4x im Jahr
- Während der professionellen Zahnreinigung
- Nie

Ernährungsberatung

1.5. Wie oft führen Sie routinemäßig eine Ernährungsberatung durch?

- Einmal im Laufe der Behandlung
- Bei schlechter Mundhygiene
- Bei jedem Termin
- Während der professionellen Zahnreinigung

- Nie

1.6. Wie oft führen Sie eine Ernährungsberatung bei Patient*innen mit hohem Kariesrisiko durch?

- Einmal im Laufe der Behandlung
- Bei schlechter Mundhygiene
- Bei jedem Termin
- Während der professionellen Zahnreinigung
- Nie

Vorbeugende Therapie

1.7. Applizieren Sie Ihren Patient*innen unabhängig vom Kariesrisiko, Fluoridlacke oder -gele zur Prävention von WSL, wenn sie mit festsitzenden Apparaturen behandelt werden?

- Zu Beginn der Behandlung
- Im Falle des Auftretens einer Demineralisation
- Bei jedem Termin
- Alle 6 bis 8 Wochen
- 3-4x im Jahr
- 2x im Jahr
- Während der professionellen Zahnreinigung
- Nie

1.8. Empfehlen Sie Ihren Patient*innen zur häuslichen Mundpflege:

- 1-2x täglich Fluoridmundspüllösung anzuwenden
- 1x wöchentlich Fluoridgel aufzutragen
- 1-2x täglich Chlorhexidin (CHX) Spüllösung anzuwenden
- eine fluoridierte Zahnpasta anzuwenden
- eine fluoridierte Zahnpasta mit 5000 ppm Fluorid anzuwenden
- nichts

1.9. Werden folgenden vorbeugenden Maßnahmen als private Zusatzleistungen angeboten?

- Applikation von Fluorid- oder CHX-Lack oder -Gel >2x im Jahr
- Glattflächenversiegelung
- Nein

1.10. Werden den Patient*innen mit hohem Kariesrisiko zahnärztliche Kontrollen von Ihnen häufiger als bei Patient*innen mit niedrigem Kariesrisiko angeboten?

Ja

Nein

Wie oft?

Alle 4 Wochen

Alle 6-8 Wochen

Alle 3 Monate

Gar nicht

Invasive Maßnahmen

1.11. Welche Therapien schlagen Sie zur ästhetischen Verbesserung von WSL vor?
(Gemeint sind nur sichtbare demineralisierte Läsionen ohne Kavitäten und ohne Dentinbeteiligung auf dem Röntgenbild.)

1=oft 2=nicht so oft 3=selten 4=nie

- Fluoridierung 1 2 3 4
- Mikroabrasion 1 2 3 4
- Bleaching 1 2 3 4
- Kariesinfiltration 1 2 3 4
- Kunststofffüllung 1 2 3 4
- Veneers 1 2 3 4
- Keine Therapie 1 2 3 4

2. Kieferorthopädische Materialien für Multibracket-Therapie

2.1. Verwenden Sie Adhäsive/Zemente mit Fluoridfreisetzung?

Ja

Nein

Manchmal

Bitte geben Sie an, welches Adhäsiv/welchen Zement Sie verwenden:

- Für Bänder:.....
- Für Brackets:.....

3. Kooperation und Remotivation der Patient*innen

Zutreffendes bitte ankreuzen.

1=oft 2=nicht so oft 3=selten 4=nie

3.1. Wie oft sehen Sie in Ihrer Praxis Patient*innen mit:

- unzureichender Mundhygiene 1 2 3 4
- geschwollener Gingiva und/oder sichtbarer Plaque 1 2 3 4
- White-Spot-Läsionen 1 2 3 4

3.2. Wann treten meistens Neubildungen von WSL während der MBT?

- 3 Monate nach Beginn der Behandlung
- 6 Monate nach Beginn der Behandlung
- 9 Monate nach Beginn der Behandlung
- Weiß nicht

3.3. Von welchen Patient*innen werden die Termine nicht regelmäßig eingehalten?

Alter

Geschlecht

- | | |
|--|-------------------------------------|
| • 12-15 Jahre <input type="checkbox"/> | • Weiblich <input type="checkbox"/> |
| • 16-18 Jahre <input type="checkbox"/> | • Männlich <input type="checkbox"/> |
| • 19-30 Jahre <input type="checkbox"/> | • Divers <input type="checkbox"/> |
| • >30+ Jahre <input type="checkbox"/> | |

3.4. Was tun Sie zur Remotivation Ihrer Patient*innen?

- Mündliche und/oder schriftliche Information über die Mundhygienesituation
- Aufklärung über die Folgen einer schlechter Mundhygiene
- Fotos von demineralisierten Zähnen zeigen
- Videos und/oder visuelle Demonstration der Mundpflege mit Modellen

- Textnachricht zur Erinnerung an Verwendung von oralen Hilfsmitteln (Zahnseide, Mundspülung usw.)
- Regelmäßige Fotodokumentation als Mittel zur Re-Motivation (intraorale Fotos vor/während und nach der Behandlung)
 - Chat-Apps zum Teilen von Zahnselfies

4. White-Spot-Läsionen Bildung

4.1. Was beeinflusst Ihrer Erfahrung nach WSL?

- Mundhygiene Ja Nein
- Manuelles vs. elektrisches Zähneputzen Ja Nein
- Diät Ja Nein
- Selbstligierende vs. konventionelle Brackets Ja Nein
- Glatflächenversiegelung Ja Nein
- Nicht Fluorid freisetzende Bonding-Materialien Ja Nein
- Behandlungsdauer Ja Nein
- Compliance (Versäumen von Terminen, usw.) Ja Nein
- Sozioökonomischer Hintergrund Ja Nein
- Alter Ja Nein

4.2. Wie viele Ihrer Patient*innen entwickeln während der MB-Therapie WSL? (in %)....

4.3. Welche Patient*innengruppe ist am stärksten von WSL betroffen?

Alter:

- 12-15 Jahre
- 16-18 Jahre
- 19-30 Jahre
- >30+ Jahre

Geschlecht:

- Weiblich
- Männlich
- Divers

5. Leitlinie

5.1. Halten Sie eine Leitlinie für präventive Maßnahmen gegen demineralisierten Zahnschmelz während einer festsitzenden kieferorthopädischen Behandlung für nützlich?

Ja Nein Grund:.....

6. Kieferorthopäde und Arbeitssituation

Im Folgenden finden Sie einige allgemeine Fragen zu Ihrer Ausbildung und Ihrer Arbeitssituation.

6.1. In welchem Jahr haben Sie Ihre Spezialisierung abgeschlossen? Oder wann werden Sie Ihre Spezialisierung abschließen?

Wo haben Sie Ihre Spezialisierung abgeschlossen? Oder wo werden Sie Ihre Spezialisierung abschließen?

Land?.....

Ort?.....

6.2. Wie ist Ihre derzeitige berufliche Situation? *Mehrere Antworten sind möglich.*

1. Arbeiten in einer Solo-Praxis
2. Arbeiten als Arbeitnehmer*in
3. Arbeiten ausschließlich an der Universität
4. Kombination von Praxis und Universität
5. Schwangerschaft/Mutterschaft
6. Andere berufliche Situation:.....

6.3. Praxislage.

- Stadt
- Land
- Land und Stadt
- Bundesland:.....

Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme 😊

Votum der Ethikkommission



Charité | 10117 Berlin

Frau
Dr. med. dent. Theodosia Bartzela
CC03 für Zahnheilkunde
Abt. für Kieferorthopädie, Orthodontie und
Kinderzahnmedizin
CBF

Ethikkommission
Ethikausschuss am Campus Virchow-Klinikum
Vorsitzende: Frau PD Dr. E. Kaschina

Geschäftsführung: Dr. med. Katja Orzechowski
ethikkommission@charite.de

Korrespondenzadresse: Charitéplatz 1, 10117 Berlin
Tel.: 030/450-517222
Fax: 030/450-517952

<http://ethikkommission.charite.de>

Datum: 14.09.2020

„Handhabung von White-Spot-Läsionen, die während einer kieferorthopädischen Behandlung mit einer Multibracket-Apparatur induziert werden. Eine nationale Umfrage.“

'Management of white spot lesions induced during orthodontic treatment with multibracket appliance. A nation-based survey.'

Antragsnummer: EA2/196/20

Sehr geehrte Frau Dr. Bartzela,

der von Ihnen eingereichte Antrag wurde durch den Ethikausschuss CVK der Ethikkommission in der Sitzung vom 03.09.2020 beraten.

Die Ethikkommission stimmt dem o.g. Vorhaben zu.

Die nachfolgend aufgeführten Unterlagen waren Gegenstand der Beratung:

- Ethikantrag, Version vom 29.07.2020
- Informationsschreiben, ohne Versionsdatum
- Fragebögen, Stand 29.07.2020
- Zustimmung des Institutsdirektors, 23.07.2020
- Publikationen

Datenschutzrechtliche Aspekte von Forschungsvorhaben werden durch die Ethikkommission grundsätzlich nur cursorisch geprüft. Dieses Votum ersetzt mithin nicht die Konsultation des zuständigen Datenschutzbeauftragten.

Die Ethikkommission weist darauf hin, dass die ethische und rechtliche Verantwortung für die Durchführung des Forschungsprojektes -vom Beratungsergebnis der Ethikkommission unabhängig- beim Leiter des Forschungsvorhabens und seinen Mitarbeitern verbleibt.

Mit freundlichen Grüßen

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Manon Isabelle Weyland, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „White-spot-Läsionen: Eine unvermeidbare Nebenwirkung der Multibracket-Therapie?“ – ‚White spot lesions: An unavoidable side effect of multibracket therapy?‘ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem Erstbetreuer, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; www.icmje.org) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

Anteilerklärung an den erfolgten Publikationen

Manon Isabelle Weyland hatte folgenden Anteil an der folgenden Publikation:

Weyland MI, Jost-Brinkmann PG, Bartzela T. Management of white spot lesions induced during orthodontic treatment with multibracket appliance: a national-based survey. Clin Oral Investig. 2022 Mar 25:1–13. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04454-5>

Beitrag im Einzelnen:

- Erstautorenschaft
- Erstellung des Ethikantrags
- Planung und Ausarbeitung der Studie
- Konzeption und Design des Fragebogens
- Weiterleitung des Fragebogens
- Datenerhebung und -analyse
- Datenauswertung mittels SPSS, Hauptanteil der Erhebung der Daten mittels Tabellen (jeweiliger Eigenanteil: Table 1, Table 2 und Table 3)
- Selbstständige grafische Darstellung der Ergebnisse in Abbildungen (jeweiliger Eigenanteil: Fig. 1 und Fig. 2.)
- Verfassung des zur Publikation führenden Manuskripts
- Literaturrecherche (jeweiliger Eigenanteil: Table 4)
- Beitrag zur kritischen Bewertung der Ergebnisse mit Identifizierung der einschlägigen Aussagen der Studie einschließlich ihrer Grenzen
- Einreichung des Manuskripts
- Revision und Umsetzung der Reviewer Kommentaren

Unterschrift, Datum und Stempel des/der erstbetreuenden Hochschullehrers/in

Manon Isabelle Weyland

Auszug aus der Journal Summary List

Journal Data Filtered By: **Selected JCR Year: 2020** Selected Editions: SCIE,SSCI
 Selected Categories: **“DENTISTRY, ORAL SURGERY and MEDICINE”**
 Selected Category Scheme: WoS
Gesamtanzahl: 91 Journale

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
1	JOURNAL OF CLINICAL PERIODONTOLOGY	19,562	8.728	0.013470
2	PERIODONTOLOGY 2000	6,873	7.589	0.005670
3	JOURNAL OF PERIODONTOLOGY	20,398	6.993	0.010000
4	International Journal of Oral Science	2,890	6.344	0.002260
5	JOURNAL OF DENTAL RESEARCH	26,197	6.116	0.016830
6	CLINICAL ORAL IMPLANTS RESEARCH	15,673	5.977	0.012460
7	ORAL ONCOLOGY	13,860	5.337	0.014090
8	DENTAL MATERIALS	17,990	5.304	0.011490
9	Journal of Evidence-Based Dental Practice	899	5.267	0.001050
10	INTERNATIONAL ENDODONTIC JOURNAL	10,290	5.264	0.006960
11	Japanese Dental Science Review	618	5.093	0.000650
12	Journal of Prosthodontic Research	1,950	4.642	0.002870
13	JOURNAL OF PERIODONTAL RESEARCH	5,801	4.419	0.004260
14	JOURNAL OF DENTISTRY	12,037	4.379	0.010250
15	JOURNAL OF ORAL PATHOLOGY & MEDICINE	6,375	4.253	0.004060
16	JOURNAL OF ENDODONTICS	22,265	4.171	0.010770
17	CARIES RESEARCH	5,362	4.056	0.002940
18	Clinical Implant Dentistry and Related Research	4,918	3.932	0.006570
19	JOURNAL OF ORAL REHABILITATION	7,769	3.837	0.004710
20	JOURNAL OF THE AMERICAN DENTAL ASSOCIATION	9,187	3.634	0.005040

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
21	Clinical Oral Investigations	10,624	3.573	0.012810
22	Molecular Oral Microbiology	1,318	3.563	0.001530
23	ORAL DISEASES	6,931	3.511	0.006140
24	International Journal of Paediatric Dentistry	3,302	3.455	0.002460
25	JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY	15,345	3.426	0.009970
26	COMMUNITY DENTISTRY AND ORAL EPIDEMIOLOGY	6,027	3.383	0.002770
27	DENTAL TRAUMATOLOGY	3,680	3.333	0.001530
28	European Journal of Oral Implantology	1,281	3.123	0.002250
29	EUROPEAN JOURNAL OF ORTHODONTICS	5,844	3.075	0.003720
30	GERODONTOLOGY	2,232	2.980	0.001480
31	Journal of Esthetic and Restorative Dentistry	1,909	2.843	0.001950
32	INTERNATIONAL JOURNAL OF ORAL & MAXILLOFACIAL IMPLANTS	8,954	2.804	0.005750
33	Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America	1,277	2.802	0.001320
34	INTERNATIONAL JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY	10,324	2.789	0.009490
35	BMC Oral Health	5,030	2.757	0.007050
36	Journal of Prosthodontics-Implant Esthetic and Reconstructive Dentistry	3,855	2.752	0.004100
37	Progress in Orthodontics	1,118	2.750	0.001730
38	Journal of Applied Oral Science	3,033	2.698	0.002780
39	AMERICAN JOURNAL OF ORTHODONTICS AND DENTOFACIAL ORTHOPEDICS	15,935	2.650	0.006720
40	Odontology	1,367	2.634	0.001500

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
41	ARCHIVES OF ORAL BIOLOGY	10,005	2.633	0.006910
42	Journal of Periodontal and Implant Science	718	2.614	0.000810
43	EUROPEAN JOURNAL OF ORAL SCIENCES	4,266	2.612	0.002120
44	Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology	16,689	2.589	0.006000
45	INTERNATIONAL DENTAL JOURNAL	3,063	2.512	0.001670
46	International Journal of Dental Hygiene	1,358	2.477	0.001180
47	Implant Dentistry	2,651	2.454	0.002460
48	OPERATIVE DENTISTRY	4,382	2.440	0.002970
49	DENTOMAXILLOFACIAL RADIOLOGY	3,814	2.419	0.003000
50	International Journal of Implant Dentistry	591	2.384	0.001230
51	JOURNAL OF ADHESIVE DENTISTRY	2,091	2.359	0.001630
52	European Journal of Dental Education	1,876	2.355	0.001360
53	ACTA ODONTOLOGICA SCANDINAVICA	4,791	2.331	0.002450
54	AUSTRALIAN DENTAL JOURNAL	3,723	2.291	0.002190
55	JOURNAL OF DENTAL EDUCATION	4,985	2.264	0.002500
56	European Journal of Paediatric Dentistry	1,298	2.231	0.000940
57	Head & Face Medicine	1,098	2.151	0.000870
58	DENTAL MATERIALS JOURNAL	3,408	2.102	0.002660
59	Journal of Dental Sciences	947	2.080	0.000960
60	ANGLE ORTHODONTIST	7,835	2.079	0.004240
61	JOURNAL OF CRANIO-MAXILLOFACIAL SURGERY	7,808	2.078	0.010200
62	Medicina Oral Patologia Oral y Cirugia Bucal	3,780	2.047	0.003100

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
63	CRANIO-The Journal of Craniomandibular & Sleep Practice	1,300	2.020	0.000950
64	Journal of Orofacial Orthopedics-Fortschritte der Kieferorthopadie	1,073	1.938	0.000940
65	Journal of Advanced Prosthodontics	1,263	1.904	0.001530
66	JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY	17,785	1.895	0.011190
67	International Journal of Computerized Dentistry	578	1.883	0.000690
68	PEDIATRIC DENTISTRY	3,444	1.874	0.002300
69	Journal of Oral & Facial Pain and Headache	899	1.871	0.001010
70	Oral Radiology	399	1.852	0.000490
71	INTERNATIONAL JOURNAL OF PERIODONTICS & RESTORATIVE DENTISTRY	3,869	1.840	0.002210
72	Orthodontics & Craniofacial Research	1,422	1.826	0.001530
73	JOURNAL OF PUBLIC HEALTH DENTISTRY	2,142	1.821	0.001190
74	Journal of Oral Implantology	1,970	1.779	0.001520
75	INTERNATIONAL JOURNAL OF PROSTHODONTICS	3,962	1.681	0.002730
76	QUINTESSENCE INTERNATIONAL	3,148	1.677	0.002040
77	Australian Endodontic Journal	712	1.659	0.000570
78	BRITISH JOURNAL OF ORAL & MAXILLOFACIAL SURGERY	6,230	1.651	0.004820
79	BRITISH DENTAL JOURNAL	7,330	1.626	0.004380
80	Journal of Stomatology Oral and Maxillofacial Surgery	433	1.569	0.000790
81	Journal of Oral Science	1,802	1.556	0.001540
82	AMERICAN JOURNAL OF DENTISTRY	1,972	1.522	0.000970

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
83	CLEFT PALATE-CRANIOFACIAL JOURNAL	5,115	1.433	0.002930
84	Korean Journal of Orthodontics	668	1.372	0.000970
85	COMMUNITY DENTAL HEALTH	1,586	1.349	0.000840
86	JOURNAL OF THE CANADIAN DENTAL ASSOCIATION	1,482	1.316	0.000280
87	Oral Health & Preventive Dentistry	1,201	1.256	0.001120
88	Journal of Clinical Pediatric Dentistry	1,522	1.065	0.001360
89	Seminars in Orthodontics	872	0.970	0.000520
90	Australasian Orthodontic Journal	22	0.226	0.000070
91	Implantologie	33	0.125	0.000040

Copyright © 2021 Clarivate Analytics

Quelle:

https://intranet.charite.de/fileadmin/user_upload/microsites/sonstige/medbib/Impact_Faktoren_2020/ISI-WEB-Liste-Kategorie-Dentistry__Oral_Surgery_and_Medicine.pdf
(Zugriff am 01.04.22)

Druckexemplar der Publikation

Weyland MI, Jost-Brinkmann PG, Bartzela T. Management of white spot lesions induced during orthodontic treatment with multibracket appliance: a national-based survey. *Clin Oral Investig.* 2022 Mar 25:1–13. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04454-5>



Management of white spot lesions induced during orthodontic treatment with multibracket appliance: a national-based survey

Manon Isabelle Weyland¹ · Paul-Georg Jost-Brinkmann¹ · Theodosia Bartzela¹

Received: 30 September 2021 / Accepted: 13 March 2022
 © The Author(s) 2022

Abstract

Objectives The study aimed to survey current strategies against enamel demineralization during multibracket therapy (MBT) and guide a prevention concept based on existing scientific evidence.

Materials and methods The survey comprised questions on the prevention and management of white spot lesions (WSL). The questionnaire was sent via email to orthodontists working in practices and universities throughout Germany. The analysis involved descriptive statistics using the chi-square test ($p < 0.05$).

Results A prevention protocol was used before MBT by 80.6% of the participants. Less than a quarter of the participants regularly applied topical fluoride (gel or varnish) during MBT. According to the respondents' assessment, the prevalence of WSL during MBT is 11.6%, mainly observed in 12- to 15-year-old male patients. Orthodontists graduating after 2000 tended to recommend and apply fluoride-containing materials more often than their senior colleagues ($p = 0.039$). Participants from private practices applied fluoride varnish or gel more frequently than those from university clinics ($p = 0.013$). Fluoridation was the most common (70.7%) treatment for WSL after MBT, followed by resin infiltration (21.2%). The majority (80.9%) of the participants favor a guideline for preventing WSL.

Conclusions WSL prevention during MBT is challenging. Males in puberty are predominantly affected. Younger orthodontists are more concerned about the prevention of WSL during MBT.

Clinical relevance.

The non-negligible prevalence of individuals with WSL emphasizes the need for dental education and health care reform. This would help to implement standardized procedures and establish innovative applications.

Keywords White spot lesions · Prevention · Demineralization · Multibracket appliance · Orthodontics · Fluoride

Introduction

White spot lesions (WSL) are chalky, opaque areas on the tooth surface that develop over months and correspond to the earliest clinical signs of dental caries formation [1]. Caries is defined as a dynamic disease process [2]. Pathological factors such as acid-forming bacteria, salivary dysfunction, and frequent intake of fermentable carbohydrates lead to enamel demineralization. A dynamic reversal process occurs

due to the presence of protective factors such as antibacterial agents, sufficient salivary secretion, remineralizing ions, and dietary selected nutrients [1–4]. The balance of these competitive factors can be altered leading to a caries process or arrest. A sugary diet favors acidic pH values and, together with low calcium and inorganic phosphorus concentrations in the dental biofilm, eventually inhibits enamel remineralization [5].

WSL, as an initial sign of this imbalance, have a microscopic structure of two zones: a surface zone (30 μm) and the lesion body. As the surface zone is in direct contact with saliva, remineralization by calcium, inorganic phosphate, and fluoride from saliva can occur more quickly, allowing the minerals to reincorporate into the enamel. However, the lesion body is the most demineralized zone and has a 5 to 25% pore volume. The lesion can progress further in this zone, resulting in additional lesions in the surface zone,

✉ Theodosia Bartzela
theodosia.bartzela@charite.de

¹ Dept. of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Center for Oral Health Sciences, Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin and Humboldt-Universität zu Berlin, Aßmannshäuser Str. 4-6, 14197, Berlin, Germany

allowing the acids to diffuse more quickly into the enamel. If the demineralization process continues, a cavitated enamel surface appears [1, 6].

Beyond the primary focus on oral functional improvement, orthodontic treatment also aims to improve esthetics, which increases the self-confidence and general well-being of a patient. However, as fixed orthodontic appliances facilitate plaque accumulation and complicate tooth cleaning, such treatments pose a risk of provoking WSL and its associated negative esthetic, financial, and health implications [7]. Several studies reported a rapid evolution of WSL in the first weeks of multibracket therapy [8, 9], with an increased prevalence of up to 40% within the first 6 months of treatment [9]. The incidence of new WSL is positively correlated with the duration of multibracket therapy [10, 11]. Consequently, WSL can compromise the orthodontic treatment outcome, forcing premature bracket removal.

Few studies currently provide methods to prevent WSL in orthodontic practices [12–17]. Many practitioners deliver primary preventive dental care at bracket bonding, based mainly on oral hygiene instructions [12, 13, 15, 17]. Extra measures are usually taken only after the appearance of WSL. Fluoride rinses have been predominantly recommended in various investigations but not sufficiently prescribed by dental practitioners [12–15, 17]. Chlorhexidine (CHX) or toothpaste with high fluoride concentrations was seldom applied [13].

Dental caries remains the most prevalent non-contagious disease, with 2.3 billion afflicted people worldwide [18]. Regarding the current sanitary situation provoked by the Covid-19 pandemic, one can only suppose that the number must have increased in the meantime. Therefore, national and global strategies should promote dental caries prevention measures [18].

The present study was designed to provide information about the current methods used to prevent enamel demineralization during multibracket therapy in German orthodontic university departments and practices. It also aims to compare these methods with the available evidence from the scientific literature. The study's objective is to guide efficient prevention strategies of enamel demineralization during orthodontic treatment with fixed appliances.

Materials and methods

Survey

A cross-sectional study was conducted by the orthodontic department of the Charité – Universitätsmedizin Berlin, Germany. A multiple-choice questionnaire was designed which addressed the following six items:

1. Methods and materials used to prevent demineralization at the start of, during, and after multibracket therapy
2. Fluoride release of bracket bonding material based on the manufacturer's report
3. Patients' compliance with oral hygiene regimens and appointment keeping
4. Participants' experience with WSL formation
5. Need for a guideline to prevent demineralization during multibracket therapy
6. Participants' professional background

The participation was utterly anonymous so that no practice-related data could be retrieved. The survey was approved by the Ethics Committee of the Charité – Universitätsmedizin Berlin (EA2/196/20).

Procedure

From October 2020 to December 2020, all persons contacted received an email with an information letter and access to the online survey (Survio.com). To ensure a maximum response rate, reminders were sent once a month. Completed questionnaires were entered on an Excel spreadsheet and imported into SPSS (IBM SPSS Statistics for Macintosh, Version 27.0. Armonk, NY: IBM Corp) for statistical data analysis.

Participants

German orthodontists working in private practices and universities were the target group. The sample size calculation showed that a minimum of 120 orthodontists could generate representative data. As a low response rate was expected [19], 900 orthodontists were selected at random out of the 2,543 members listed in the DGKFO (Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V./ German Orthodontic Society) index. Of these 900, only 584 were considered valid. Exclusion criteria were members being retired or practicing abroad.

Another 127 orthodontists from university clinics, professors, senior dentists, scientific staff members, and residents with a valid email address, available on the university's website or by departments' managers or secretaries, were contacted to participate in the study.

In addition, the associations KFO IG (Professional Association for German Orthodontists), GMSCKFO e.V. (Society Master of Science Orthodontics e.V.), and KFO BB (Society for Orthodontics of Berlin and Brandenburg e.V.) have kindly forwarded the questionnaire to their members.

Due to the distribution mode, it was not possible to accurately determine the recipients' number. We estimated that around 711 orthodontists were contacted.

Statistical analysis

It was assumed that more than 63% of the participants would favor a guideline for preventing WSL. This proportion was set for a sample size of 120 participants to prove that more than 50% are in favor of a guideline. With a sample size of 120, the one-sided binomial test has a power of at least 80% to reject the null hypothesis that only 50% or less of the participants would like to have a guideline on the prevention of WSL. The one-sided binomial test calculated the observed frequency at the significance level of $\alpha=0.025$ against 50%. In addition, a two-sided 95% confidence interval was calculated. The sample size was calculated with nQuery version 8.6.0.0.

The analysis involved descriptive statistics, frequency distribution (relative and absolute frequencies), and cross-tabulation. All participants were clustered into two groups concerning their graduation year, distinguishing between senior participants who graduated before 2000 and younger participants who graduated during/after 2000. According to the workplace, another regrouping was carried out, i.e., private practice, university, and a combination of both. Statistical comparisons between the groups and the questions about the treatment of demineralization before, during, and after multibracket therapy were done with Pearson's chi-square test using SPSS software (IBM SPSS Statistics for Macintosh, Version 27.0. Armonk, NY: IBM Corp). The significance level was set at $p < 0.05$ for all statistical analyses.

Results

Participants

This study employed an external online survey. Until December 2020, 156 questionnaires had been completed. One participant from Switzerland had to be excluded. Participants with graduation year before 2000 were 39 (25.2%), and the remaining 116 participants (74.8%) graduated during/after 2000. Of the participants, 139 (89.7%) completed their orthodontic training in Germany and 16 (10.3%) abroad. There was a total of 29 of the orthodontists (18.7%) working in a university, nine (5.8%) in a combination of university and private practice, and 117 (75.5%) in private practice. Most participants (73%) practiced in cities (> 100,000 inhabitants), 23% in rural areas, and 4% in both urban and rural areas.

Participants from 14 out of 16 all federal states completed the survey, except Thuringia and Schleswig-Holstein (Fig. 1). The highest participation was in Berlin (20.6%), followed by North Rhine-Westphalia (16.8%) and Lower Saxony (12.3%). However, the number of participants did

not reflect the number of inhabitants in the respective federal states (Fig. 1).

Practice protocol

Oral hygiene status registration and a prevention protocol were carried out by 80.6% of the participants at the beginning of multibracket therapy. The prevention protocol and frequencies (% of participants) are presented in Table 1. Most of the participants (73.5%) consistently implement oral hygiene instructions during multibracket therapy. Flossing is more often recommended than an electric toothbrush. Multibracket therapy is started by 68.7% of the participants only when patient compliance with oral hygiene is achieved. In case of oral hygiene deterioration, 21.1% responded that they consistently interrupt the multibracket therapy (Table 1), following the state health insurance recommendations.

Participants from private practices and those working in both university and private practices often use flat surface sealant application before bracket placement ($p=0.046$). The younger participants included professional tooth cleaning as part of the prevention protocol more often than senior participants ($r=-0.12$, $p=0.017$). In deteriorating oral hygiene, the younger participants referred patients to the general dentist more often than their senior colleagues ($r=-0.18$, $p=0.006$).

Topical materials

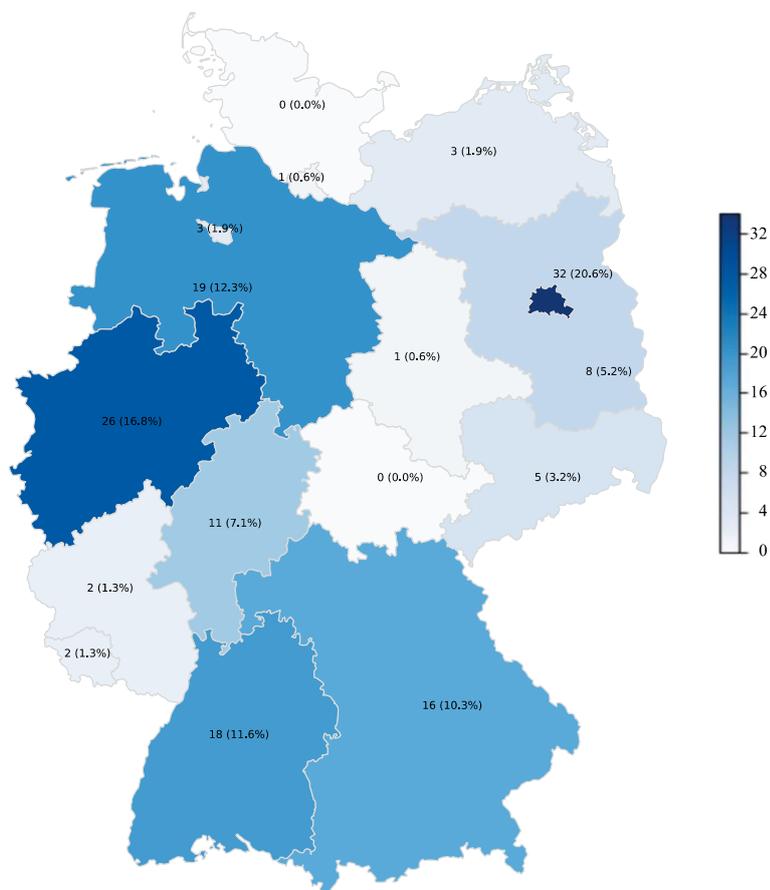
If fluoride is applied, it is mainly at the start of the treatment. This applies only to about half of the participants, as shown in Table 2. Later fluoride applications are only carried out by a quarter or less of the participants and not regularly. Only 9% of the participants advised using a 5,000 ppm fluoride toothpaste.

Participants working in private practices and those combining university and private practices apply topical fluoride more often than the participants from the universities ($p=0.013$). The younger participants recommend topical fluoride materials more regularly than the senior participants ($r=0.23$, $p=0.004$).

Slightly more than half of the participants (57.5%) are more attentive to patients with high caries risk. Generally, these patients receive dental check-ups every 2 to 3 months, including fluoride gel or varnish treatment.

Fluoridation is the therapy of choice for WSL in patients with multibracket appliances after debonding, followed by resin infiltration (Fig. 2). The younger participants recommended more frequent veneers for WSL therapy after multibracket therapy than the senior participants ($r=-0.27$, $p=0.033$). The participants combining work in university and private practices suggested resin infiltration for WSL

Fig. 1 Geographical distribution of the participants (in parenthesis: % of all respondents). The darker shades of blue correspond to the federal states with most participants



therapy after multibracket therapy more often than those working at the university or private practices ($p=0.035$).

Bonding materials

Most participants (70.1%) claim to use fluoride-releasing bonding materials (adhesives or cements) for bands and brackets, against 20.8% who prefer not to use fluoride-releasing bonding materials. Fluoride-releasing bonding materials were only occasionally used by 9% of the participants.

Compliance and motivation

Poor oral hygiene in orthodontic patients is frequently observed and associated with swollen gingiva or plaque accumulation by 54.6% and 43.9% of the orthodontists, respectively. WSL are noticed routinely by 3.4% of the

participants and frequently by 11.5%. More than half of the participants (54.7%) stated that the WSL occur more often within the first 9 months of multibracket therapy. Adolescents, especially 12- to 15-year-olds, are more likely to miss dental appointments than adults. Additionally, according to 66.5% of the participants, male patients more often failed to attend their orthodontic appointments than female patients.

Modern and innovative re-motivation methods are seldom adopted. Only a few participants (6.5%) implement reminder methods (text messages) to increase oral hygiene compliance (Table 3). Hardly anyone (0.6%) uses mobile apps for motivation. The younger participants communicate verbal or written information about the current oral hygiene situation more often than their senior colleagues ($r = -0.16$, $p = 0.043$). The university participants and those working at universities and private

Clinical Oral Investigations

Table 1 Frequencies (% of participants) for measures and materials used to prevent demineralization at the start of and during multibracket therapy

Protocol for WSL prevention during multibracket therapy	Always (%)	Usually (%)	Sometimes (%)	Never (%)
Education of the current oral hygiene situation	82.9	16.4	0.0	0.7
Oral hygiene instruction	73.5	23.1	2.7	0.7
Advice of:				
Electronic toothbrush	17.8	37.0	32.9	12.3
Flossing	83.0	10.9	5.4	0.7
Professional tooth cleaning	54.5	27.6	15.2	2.8
Dietary advice	33.1	20.0	33.1	13.8
Saliva germ count	0.7	1.4	4.9	93.0
Application of:				
Fluoride gel	45.1	25.4	17.6	12.0
Fluoride varnish	26.8	28.2	25.4	19.7
Fluoride foam	2.3	0.0	12.0	85.7
CHX varnish or gel	7.2	11.6	39.9	41.3
Application of:				
Sealant around brackets, before bracket placement	39.0	14.7	9.6	36.8
Sealant around brackets, after bracket placement	18.6	15.0	20.0	46.4
Lingual appliance or clear aligner instead of conventional labial MB for patients with HCR	11.0	10.3	48.3	30.3
Start MB only when adequate oral hygiene is in place	68.7	25.2	5.4	0.7
In case of deterioration:				
Referral to the general dentist	40.7	33.1	19.3	6.9
Warning letter to parents/guardians	48.6	24.7	19.2	7.5
Compromise orthodontic treatment outcome	18.6	37.2	42.1	2.1
Continue treatment with a removable appliance	6.2	22.6	56.8	14.4
Early removal of the MB	21.1	35.4	42.9	0.7

HCR high caries risk, MB multibracket

practices use regular photo documentation to re-motivate patients more often than those working in private practices ($p = 0.007$).

WSL

According to most participants (148 out of 155, 7 did not respond), $11.6 \pm 11.2\%$ of orthodontic patients develop WSL during multibracket therapy. The median was 6%, and the mode was 5%. Poor oral hygiene is the most detrimental factor for the emergence of WSL (98.7%), followed by poor appointment compliance (83.2%). Less than half of the participants consider the age and flat surface sealant (44% and 41%, respectively) factors influencing the formation of WSL. Only 33% of the participants specified diet as a contributing factor.

The most affected group by WSL during multibracket therapy was mainly male 12- to 15-year-old patients.

Request for a guideline

Most participants (MD: 80.9%, 95% CI: 73.8% to 86.8%, $p < 0.001$) favor a guideline, and three did not answer this question. Since the confidence interval's lower limit is higher than 63.3%, the null hypothesis ($p < 0.05$) can be rejected.

Most of the participants (78.3%) expressed an opinion on a guideline. Among them, 91 (58.7%) participants favored a guideline, and 28 (18.1%) refused any form of a structural prevention strategy.

Discussion

More than half of the children and adolescents in Germany are treated orthodontically. The treatment usually lasts between 2 and 4 years [20]. Orthodontic patients are at an increased risk of developing initial caries during multibracket therapy, leading to a possible serious public

Table 2 Frequencies (% of participants) for application and advice of remineralizing agents during multibracket therapy

	Frequency	%
Application of fluoride gel or varnish:		
At the beginning of treatment	90	58.1
During professional tooth cleaning	70	45.2
3–4 × a year	39	25.2
2 × a year	30	19.4
Never	12	7.7
At every appointment	9	5.8
Every 6–8 weeks	6	3.9
Advice of topical materials:		
Fluoridated toothpaste	134	86.5
Fluoride gel once a week	117	75.5
Fluoride rinse 1–2 × daily	46	29.7
Fluoridated toothpaste with 5000 ppm F	14	9.0
0.06% CHX rinse 1–2 × daily	7	4.5
No recommendation	5	3.2
Preventive measures offered as private supplementary services:		
Sealant around the brackets	120	77.4
Application of F or CHX gel or varnish more than 2 × a year	39	25.2
No preventive measures offered	29	18.7

CHX chlorhexidine digluconate, F fluoride

health concern [7]. The main objective of this study is to gain insight into preventive measures against WSL during multibracket therapy in Germany and compare these measures with those recommended in the literature to support evidence-based practice.

The estimated WSL prevalence of 11.6% from the survey should not be neglected, although the reported prevalence in the scientific literature is higher (wide range from 23 to 97%) [8–11, 21, 22]. Male adolescents are the most affected individuals, as was also recognized by other researchers [23, 24].

Slightly more than half of the participants give nutritional instructions during multibracket therapy, while 13.8% never employ dietary advice in their prevention protocol (Table 1). The development of WSL can be severely limited by avoiding sugar-sweetened or high-carbohydrate

products [23, 25, 26]. Artificial sweeteners, such as stevia, sucralose, and saccharin, even are branded as tooth-friendly, still have a demineralization effect [27]. Nevertheless, the frequency of sugar exposure plays the major role in dental health, not the total sugar intake [25]. Additionally, nutritional instructions can eliminate the risk of material fractures and bracket detachment [28, 29].

An overwhelming majority of the participants run an oral hygiene and prevention protocol at the beginning of multibracket therapy (Table 1). The results strongly resemble those of comparable studies [12, 13, 15, 17]. Consistent with Derks et al. [13], slightly more than half of the participants in this study routinely recommend electric toothbrushes. Powered toothbrushing has been proved better than manual in reducing plaque, gingivitis, pocket depth, and periodontal bleeding in different patient groups, including orthodontic patients [30–32].

Only one-third of participants used visual demonstrations to improve oral hygiene (Table 3). Only a few participants currently use modern technology to motivate their patients consistently. Frequent patient reminders, such as mobile phone applications and text messages, contribute to good oral hygiene during multibracket therapy (Table 4), especially in young adolescents [33–38]. Therefore, as we can see in Table 4, active re-motivation is of great importance.

Table 3 Frequencies (% of participants) for motivating methods taken during multibracket therapy

Remotivating methods	Frequency	%
Education about the consequences of poor oral hygiene	146	94.2
Information (oral/written) about oral hygiene situation	131	84.5
Show photos of demineralized teeth	115	74.2
Regular photo documentation for re-motivation	80	51.6
Videos/visual demonstration of oral care	56	36.1
Text message reminding to use oral aids (dental floss, mouthwash, etc.)	10	6.5
Chat apps for sharing dental selfies	1	0.6

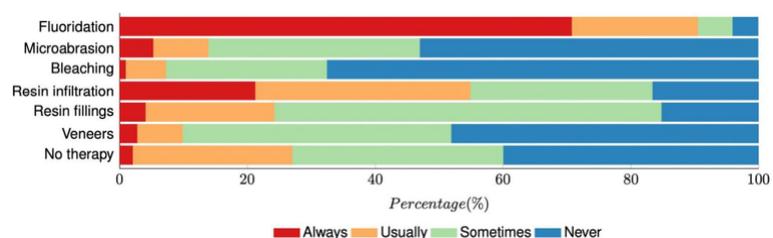
Fig. 2 Frequencies (% of participants) of recommended therapies for white spot lesions (WSL) after multibracket therapy

Table 4 Overview of the included systematic reviews and meta-analyses on the prevailing management and treatment strategies for WSL during and after multibracket therapy

References	Type of study	Studies	Participants N / age	Publication yrs	Time of intervention	Prevention material	Follow-up	Effect (95% CI)	Evidence/comment	
Benson et al. (2019) [26]	SR	10	1798/any age	2005–2019	During MBT	<p><i>Intervention group:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> F-containing product (i.e., APF foam, gel, mouth rinse, varnish, HFT) F-releasing glass bead device F-releasing bonding material <p><i>Control group:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> No treatment with extra F (i.e., placebo foam/gel/mouth rinse/varnish, 1,450 ppm TP) F mouth rinse Light-cured composite resin 	17.6 to 24.5 m (until the day of debonding)	<p><i>F varnish:</i> RR=0.52 (0.14 to 1.93) 12,300 ppm F APF foam: applied every 6 to 8 w (low evidence), WSL: APF 13% <→ Placebo 51% RR=0.68 (0.46 to 1.00)</p> <p>5,000 ppm F (HFT) decreasing the new WSL during MBT (low evidence), new WSL: 5000 ppm 18% <→ 1450–1500 ppm 27%</p>	F varnish (insufficient evidence) 12,300 ppm F (APF foam) prof. applied every 6 to 8 w (low evidence), WSL: APF 13% <→ Placebo 51% 5,000 ppm F (HFT) decreasing the new WSL during MBT (low evidence), new WSL: 5000 ppm 18% <→ 1450–1500 ppm 27%	
Tasios et al. (2019) [25]	SR and meta-analysis	23	1473/any age, average age 14.1 yrs	1992–2017	During MBT	<p><i>Intervention group:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> F-containing product (i.e., varnish, mouth rinse, F-releasing bonding material) Any sealant Active reminder (i.e., mobile-phone, applications and messages) <p><i>Control group:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> No treatment with extra F (i.e., no varnish, 1,450 ppm TP, F drinking water, resin adhesive) No sealant No reminder 	3 to 26.7 m (mid-MBT or directly after debonding)	<p><i>F varnish:</i> RR = -0.32 (-0.44 to -0.21) <i>Flat surface sealant:</i> RR = 0.77 (0.63 to 0.95) <i>Active patient reminder:</i> RR = 0.44 (0.31 to 0.64)</p>	<p>F varnish: prof. applied every 6 to 12 w reduce WSL incidence: F varnish 27% <→ no evidence) Flat surface sealant (insufficient evidence) Active patient reminder: 1x/w to 1x/m reduce WSL incidence: active patient reminder 26% <→ no evidence) 60% (low evidence)</p>	F varnish: prof. applied every 6 to 12 w reduce WSL incidence: F varnish 27% <→ no evidence) Flat surface sealant (insufficient evidence) Active patient reminder: 1x/w to 1x/m reduce WSL incidence: active patient reminder 26% <→ no evidence) 60% (low evidence)

Table 4 (continued)

References	Type of study	Studies	Participants N / age	Publication yrs	Time of interven- tion	Prevention material	Follow-up	Effect (95% CI)	Evidence/comment
Höchli et al. (2017) [27]	SR and meta-analysis	20	942/any age, average age 16.1 yrs	2006–2016	Directly after debonding or up to 14 yrs. in retention	<p><i>Intervention group:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. CPP-ACP creams (with or without F) 2. External tooth bleaching 3. F-containing product (film, gel, mouth rinse or varnish) 4. RI 5. Miswak chewing sticks 6. Bioactive glass TP <p><i>Control group:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- 6. No treatment with extra F (i.e., conventional OH, no F TP, 1000–1450 ppm F TP) 	4 w to 6.5 m	<p><i>F varnish in reducing WSL:</i> MD = -0.80mm² (-1.10 to -0.50mm²)</p> <p><i>F varnish in increasing enamel fluorescense:</i> SMD = -0.92 (-1.32 to -0.52)</p>	22,600 ppm F varnish or 5% NaF varnish 1x/m promising results in reducing WSL (low evidence), WSL: varnish vs control $p < 0.0001$

APF acidulated phosphate fluoride, CI confidence interval, CPP-ACP casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate, F fluoride, HFT high fluoridated toothpaste, MBT multibracket therapy, MD mean difference, m months, NaF sodium fluoride, nr number, OH oral hygiene, Prof. applied professionally applied, RI resin infiltration, RR risk ratio, SMD standardized mean difference, SR systematic review, TP toothpaste, yrs. years, w weeks, WSL white spot lesions

Fluoridation was the most frequently mentioned recommendation against WSL therapy after multibracket therapy, followed by resin infiltration (Fig. 2), as also recently reported in a study conducted in the USA [16]. The following most frequently mentioned recommendation was no therapy at all. Refraining from remineralization agents within the first 6 months after debonding may allow the remineralization process to take place on its own [3]. If this is not successful, measures should be implemented depending on the extent and desire for esthetic rehabilitation. Topical material has shown unsatisfactory results to reverse WSL after multibracket therapy [39, 40]. Post-orthodontic WSL differ in localization and structure. Therefore, the remineralization agents can reduce the lesion by potentially inducing enamel staining [41]. Resin infiltration is an alternative not only to arrest the enamel lesions but also as a minimally invasive method to improve the esthetic outcomes after multibracket therapy [42–46]. However, in Germany, resin infiltration is not included in the standard care coverage by the health insurance companies.

Furthermore, self-assembling peptides (SAPs) for preventing demineralization or regenerating the affected enamel are a new prevention approach with promising results [47–51]. SAP P11-4 provides diffusion-based mineralization forming a 3D matrix with the carious lesion [52]. Using SAP P11-4 in combination with fluoride adjacent to the bracket base is more effective than fluoride alone [53]. Furthermore, SAP P11-4 application, before the bracket bonding procedure, did not affect the shear bond strength [54].

The type of fixed orthodontic appliance has a significant impact on oral health. Teeth with lingual appliances are considered less vulnerable to caries than the conventional labial multibracket appliances [55–59]. On the other hand, Lombardo et al. [60] describe increased plaque formation and a higher concentration of *Streptococcus mutans* in the saliva samples of patients treated with lingual appliance. However, salivary flow rate and saliva puffer capacity remain the same. This appears to be beneficial in preventing enamel demineralization, especially lingually where salivary flow or secretion is most abundant. Thus, lingual multibracket appliances are an alternative for patients prone to caries if they are affordable. Likewise, clear aligners seem to promote periodontal health, lower salivary Lactobacilli and *Streptococcus mutans* levels, and impede plaque accumulation. Hence, oral hygiene might be easier to be maintained [61, 62], and enamel demineralization can be prevented [63, 64]. However, lingual appliances and clear aligners are not the standard care covered by health insurance.

Most of the participants use fluoride-releasing bonding materials, which primarily serve as a reservoir releasing local fluoride. It is important to note that fluoride cannot prevent the formation of biofilms and caries, but only slow down the process [65]. Despite the in between study

heterogeneity, the systematic review by Nascimento et al. [66] presented a positive effect of fluoride-releasing bonding materials, with a risk reduction of 58% to WSL formation.

For evidence-based clinical measures for the prevention of WSL during multibracket therapy, recent systematic reviews and meta-analyses on the prevention and intervention of WSL published from January 2011 to June 2021 have been reviewed (Table 4). PubMed was used for this systematic search. The research terms were *enamel demineralization*, *white spot lesion*, *orthodontic*, *fluoride*, and *prevention*, and their combination. Table 4 provides an overview of the available evidence for the treatment of WSL during multibracket therapy. Topical fluorides are helpful in the prevention of WSL during and after multibracket therapy [33, 67, 68]. Especially the professional application of 12,300 ppm F foam (1.23% acidulated phosphate fluoride (APF)) or varnish in combination with a high fluoride toothpaste (5,000 ppm F) has proven to be the most effective modality (Table 4). This confirms that the sole application of fluoride toothpaste (1,450 ppm F) is not sufficient to prevent enamel demineralization [69, 70]. Nevertheless, the results from Table 4 should be viewed with caution since the available evidence remains limited.

Similar to the Dutch study by Derks et al. [13], a great demand for a guideline was also found in the present study. The most frequently mentioned argument favoring a guideline was the desire for uniformity and systematization. A second argument was that a guideline would serve to make the necessary funding for WSL prevention available. Furthermore, a guideline as an evidence-based tool could also convince and educate reluctant patients and parents. Most practitioners advocate for lingual appliances and preventive measures such as dental prophylaxis over 18 years to be financially covered by the health insurance. Individual risk assessment of enamel demineralization should be considered (type, process, duration, social environment), and personalized measures must therefore be encountered. Consequently, a guideline can merely provide standardized methods to improve oral hygiene during orthodontic treatment, as already tested and implemented in the Netherlands [71, 72].

One shortcoming of this study is the relatively low response rate, which risks that different perspectives did not become apparent. It is quite possible that only those clinicians concerned with the subject voluntarily participated. Nevertheless, participants from 14 out of 16 federal states, including representatives from universities and dental practices with a wide age range, provided information on their strategies for preventing and managing WSL. This diversity strengthens the study's findings.

The participants of this study seem to have their own approach to preventive strategies. Many participants give instructions on good oral hygiene at the beginning of treatment, but consistent with other studies, these measurements

are not carried out regularly [73]. No clear guidance for the treatment of WSL could be encountered in the literature. There is a lack of significant clinical studies, longer follow-ups, and comparisons of intervention methods and daily oral hygiene procedures.

Considering the survey findings and based on the available evidence for clinical practice, we recommend caries risk evaluation [74], repeating oral hygiene instructions combined with virtual interventions/reminders (i.e., mobile phone applications) [38]. Tooth brushing twice daily with fluoridated toothpaste (1,500 ppm) should be instructed, and complemented by an individualized concept for professional tooth cleaning depending on the patient's oral hygiene, combined with dietary advice. Fluoride varnish should be reapplied at least two times a year or every 4–6 weeks during multibracket therapy in caries susceptible patients [3, 16, 74, 75]. Mouth rinsing twice a day may also be recommended for patients with increased plaque formation [76]. Regarding surface sealant, there is very low evidence of preventing WSL during multibracket therapy [33]. However, the new approach with SAP P11-4 could be promising for preventing WSL [53, 77], applied at the beginning of multibracket therapy and combined with repeated fluoride application [47, 48, 53]. Similar to the bonus program of some health insurance providers in Germany, a points system could also be introduced in orthodontics, and the most diligent patients could be rewarded at the end.

While orthodontists must remain vigilant, a policy framing interaction for primary oral health care would be supportive since caries is still a global health challenge [18, 78]. Especially in the COVID-19 pandemic, access to treatment is impeded, increasing the prevalence of untreated caries [78].

Policy changes from the health insurances are necessary to promote standardized methods, such as regular fluoride varnish application, prophylaxis during multibracket therapy, and in some cases, access to clear aligner or lingual orthodontic appliance [47, 67] (i.e., Molar Incisor Hypomineralization, physical or mental disability, high caries risk). For this reason, a guideline serves to understand better, motivate, and prevent the development of WSL during orthodontic treatment.

The role of oral health care providers is to achieve an overall improvement in oral care. Therefore, all efforts should be made to avoid side effects, such as caries, during orthodontic treatment. Furthermore, prevention programs should be implemented before intervention.

Conclusion

WSL prevention during multibracket therapy is challenging for orthodontists. Males in puberty are predominantly affected. The results show that the available scientific

evidence is not integrated into the routine management of WSL. Younger orthodontists incorporate more than their senior peers' prevention strategies for WSL during multibracket appliance treatment. Prevention before the intervention, dental health care experience reports, and a practice protocol are recommended.

Acknowledgements The authors wish to thank the associations KFO IG (Fachvereinigung Deutscher Kieferorthopäden, Kieferorthopädische Interessengemeinschaft), GMSMKFO. e.V. (Gesellschaft Master of Science Kieferorthopädie e.V.), and KFO BB (Gesellschaft für Kieferorthopädie von Berlin und Brandenburg e.V.) for kindly have forwarded the questionnaire to their members. We would like to express our appreciation to all colleagues responding to the questionnaire of this study. We would also like to thank Prof. Dr. Olga Polydorou for her insightful comments on the manuscript questionnaire.

Author contribution M. I. Weyland contributed to the conception, design, data collection, analysis, and drafted the manuscript. T. Bartzela participated in the study's conception and design, data interpretation, and critically revised the questionnaire and the manuscript. P. Jost-Brinkmann critically revised the questionnaire and the manuscript. All authors (MW, JB, TB) revised and approved the final version and agreed to their contribution to all aspects of the manuscript.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL. This study has been supported by the Departments of Orthodontics, Dentofacial Orthopedics, and Pedodontics, Charité—Universitätsmedizin Berlin, Germany.

Declarations

Ethical approval This study's questionnaire and methodology were approved by the Ethics Committee of the Charité—Universitätsmedizin Berlin (EA2/196/20). The study was performed in accordance with the ethical standards of the 1964 Declaration of Helsinki.

Informed consent All individual participants included in the study received an informative sheet before access to the survey.

Conflict of interest The authors declare no competing interests.

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

References

1. Featherstone JDB (2004) The continuum of dental caries — evidence for a dynamic disease process. *J Dent Res* 83:39–42. <https://doi.org/10.1177/154405910408301s08>
2. Featherstone JDB (2008) Dental caries: a dynamic disease process. *Aust Dent J* 53:286–291. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2008.00064.x>
3. Guzman-Armstrong S, Chalmers J, Warren JJ (2010) Ask us. White spot lesions: prevention and treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 138:690–696. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.07.007>
4. Moynihan PJ, Kelly SA (2014) Effect on caries of restricting sugars intake: systematic review to inform WHO guidelines. *J Dent Res* 93:8–18. <https://doi.org/10.1177/0022034513508954>
5. Paes Leme AF, Koo H, Bellato CM, Bedi G, Cury JA (2006) The role of sucrose in cariogenic dental biofilm formation—new insight. *J Dent Res* 85:878–887. <https://doi.org/10.1177/154405910608501002>
6. Tinanoff N (2019) Dental Caries. In: *Pediatric Dentistry (Sixth Edition)* (ed) Fundamentals of Pediatric Dentistry, Elsevier, Amsterdam pp 169–179
7. Ren Y, Jongsma MA, Mei L, van der Mei HC, Busscher HJ (2014) Orthodontic treatment with fixed appliances and biofilm formation—a potential public health threat? *Clin Oral Invest* 18:1711–1718. <https://doi.org/10.1007/s00784-014-1240-3>
8. Tufekci E, Dixon JS, Gunsolley JC, Lindauer SJ (2011) Prevalence of white spot lesions during orthodontic treatment with fixed appliances. *Angle Orthod* 81:206–210. <https://doi.org/10.2319/051710-262.1>
9. Lucchese A, Gherlone E (2013) Prevalence of white-spot lesions before and during orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur J Orthod* 35:664–668. <https://doi.org/10.1093/ejoc/cjs070>
10. Julien KC, Buschang PH, Campbell PM (2013) Prevalence of white spot lesion formation during orthodontic treatment. *Angle Orthod* 83:641–647. <https://doi.org/10.2319/071712-584.1>
11. Brown MD, Campbell PM, Schneiderman ED, Buschang PH (2016) A practice-based evaluation of the prevalence and predisposing etiology of white spot lesions. *Angle Orthod* 86:181–186. <https://doi.org/10.2319/041515-249.1>
12. Kerbusch AE, Kuijpers-Jagtman AM, Mulder J, Sanden WJ (2012) Methods used for prevention of white spot lesion development during orthodontic treatment with fixed appliances. *Acta Odontol Scand* 70:564–568. <https://doi.org/10.3109/00016357.2011.640282>
13. Derks A, Kuijpers-Jagtman AM, Frencken JE, Van't Hof MA, Katsaros C (2007) Caries preventive measures used in orthodontic practices: an evidence-based decision? *Am J Orthod Dentofac Orthop* 132:165–170. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.10.028>
14. Hamdan AM, Maxfield BJ, Tüfekçi E, Shroff B and Lindauer SJ (2012) Preventing and treating white-spot lesions associated with orthodontic treatment: a survey of general dentists and orthodontists. *JADA* 143:777–783. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2012.0267>
15. Eslamipour F, Shahmoradi M, Farhadi V (2017) Assessment of Iranian orthodontists' practice with regard to the prevention and treatment of white spot lesions. *J Educ Health Promot* 6:1–5. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_125_16
16. Saito T, Park JH, Bay C (2019) A survey of pediatric dentists on the treatment timing and modalities for white spot lesions in the United States. *J Clin Pediatr Dent* 43:27–33
17. Umeh OD, Utomi IL, Ndukwe AN, Izuka M (2020) Demineralization preventive practices among Nigerian orthodontists—an evidence-based approach? *Niger J Clin Pract* 23:589–595. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_315_19
18. Bernabé E, Marcenes W (2020) Can minimal intervention dentistry help in tackling the global burden of untreated dental caries? *Br Dent J* 229:487–491. <https://doi.org/10.1038/s41415-020-2155-9>
19. Deutskens E, de Ruyter K, Wetzels M, O P (2004) Response rate and response quality of internet-based surveys: an experimental study. *Marketing Letters* 15:21–36
20. Bundesministerium für Gesundheit (2017) Nutzen kieferorthopädischer Behandlung muss endlich erforscht werden (Kapitel 1502 Titel 636 06), pp 1–7. Bundesrechnungshof Web. <https://www.bundesrechnungshof.de/de/veroeffentlichungen/produkte/bemerkungen-jahresberichte/jahresberichte/2017-ergaenzungsband/langfassungen/2017-bemerkungen-ergaenzungsband-nr-09-nutzen-kieferorthopaedischer-behandlung-muss-endlich-erforscht-werden-pdf> Accessed 26 August 2021
21. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ (1982) Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 81:93–98. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(82\)90032-X](https://doi.org/10.1016/0002-9416(82)90032-X)
22. Boersma JG, van der Veen MH, Lagerweij MD, Bokhout B, Prah Andersen B (2005) Caries prevalence measured with QLF after treatment with fixed orthodontic appliances: influencing factors. *Caries Res* 39:41–47. <https://doi.org/10.1159/000081655>
23. Khalaf K (2014) Factors affecting the formation, severity and location of white spot lesions during orthodontic treatment with fixed appliances. *J Oral Maxillofac Res* 5:e4. <https://doi.org/10.5037/jomr.2014.5104>
24. Chapman JA, Roberts WE, Eckert GJ, Kula KS, Gonzalez-Cabezas C (2010) Risk factors for incidence and severity of white spot lesions during treatment with fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 138:188–194. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.10.019>
25. van Loveren C (2019) Sugar restriction for caries prevention: amount and frequency. Which is more important? *Caries Res* 53:168–175. <https://doi.org/10.1159/000489571>
26. Bernabé E, Vehkalahti MM, Sheiham A, Aromaa A, Suominen AL (2014) Sugar-sweetened beverages and dental caries in adults: a 4-year prospective study. *J Dent* 42:952–958. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.04.011>
27. Giacaman RA, Campos P, Munoz-Sandoval C, Castro RJ (2013) Cariogenic potential of commercial sweeteners in an experimental biofilm caries model on enamel. *Arch Oral Biol* 58:1116–1122. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2013.03.005>
28. Beckwith FR, Ackermann RJ, Cobb CM, Tira DE (1999) An evaluation of factors affecting duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 115:439–447. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(99\)70265-9](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(99)70265-9)
29. Hobson RS, Clark JD (1998) How UK orthodontists advise patients on oral hygiene. *Br J Orthod* 25:64–66. <https://doi.org/10.1093/ortho/25.1.64>
30. Al Makhmari SA, Kaklamanos EG, Athanasiou AE (2017) Short-term and long-term effectiveness of powered toothbrushes in promoting periodontal health during orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 152:753–766 e7. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.09.003>
31. Sivaramakrishnan G, Alsobaiei M, Sridharan K (2021) Powered toothbrushes for plaque control in fixed orthodontic patients: a network meta-analysis. *Aust Dent J* 66:20–31. <https://doi.org/10.1111/adj.12798>
32. Yaacob M, Worthington HV, Deacon SA, Deery C, Walmsley AD, Robinson PG and Glennly AM (2014) Powered versus manual toothbrushing for oral health. *Cochrane Database of Systematic*

- Reviews:CD002281. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002281.pub3>
33. Tasiotis T, Papageorgiou SN, Papadopoulos MA, Tsapas A, Haidich AB (2019) Prevention of orthodontic enamel demineralization: a systematic review with meta-analyses. *Zurich Open Repository and Archive* 22:225–235. <https://doi.org/10.1111/ocr.12322>
 34. Lima IFP, de Andrade VW, de Macedo BI, Costa PA, Lima APB, Pithon MM, Paranhos LR (2018) Influence of reminder therapy for controlling bacterial plaque in patients undergoing orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *Angle Orthod* 88:483–493. <https://doi.org/10.2319/111117-770.1>
 35. Farhadifard H, Soheilifar S, Farhadian M, Kokabi H, Bakhsaei A (2020) Orthodontic patients' oral hygiene compliance by utilizing a smartphone application (Brush DJ): a randomized clinical trial. *BDJ Open* 6:24. <https://doi.org/10.1038/s41405-020-00050-5>
 36. Scheerman JFM, van Empelen P, van Loveren C, van Meijel B (2018) A mobile app (WhiteTeeth) to promote good oral health behavior among Dutch adolescents with fixed orthodontic appliances: intervention mapping approach. *JMIR Mhealth Uhealth* 6:e163. <https://doi.org/10.2196/mhealth.9626>
 37. Mohammed H, Rizk MZ, Wafaie K, Ulhaq A, Almuzian M (2019) Reminders improve oral hygiene and adherence to appointments in orthodontic patients: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod* 41:204–213. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjy045>
 38. Fernández CE, Maturana CA, Coloma SI, Carrasco-Labra A, Giacaman RA (2021) Teledentistry and mHealth for promotion and prevention of oral health: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res* 100:914–927. <https://doi.org/10.1177/00220345211003828>
 39. Sardana D, Zhang J, Ekambaram M, Yang Y, McGrath CP, Yiu CKY (2019) Effectiveness of professional fluorides against enamel white spot lesions during fixed orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *J Dent* 82:1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.12.006>
 40. Hu H, Feng C, Jiang Z, Wang L, Shrestha S, Yan J, Shu Y, Ge L, Lai W, Hua F, Long H (2020) Effectiveness of remineralizing agents in the prevention and reversal of orthodontically induced white spot lesions: a systematic review and network meta-analysis. *Clin Oral Investig* 24:4153–4167. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03610-z>
 41. Sonesson M, Bergstrand F, Gizani S, Twetman S (2017) Management of post-orthodontic white spot lesions: an updated systematic review. *Eur J Orthod* 39:116–121. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjw023>
 42. Knösel M, Eckstein A, Helms HJ (2019) Long-term follow-up of camouflage effects following resin infiltration of post orthodontic white-spot lesions in vivo. *Angle Orthod* 89:33–39. <https://doi.org/10.2319/052118-383.1>
 43. Knösel M, Eckstein A, Helms HJ (2013) Durability of esthetic improvement following Icon resin infiltration of multibracket-induced white spot lesions compared with no therapy over 6 months: a single-center, split-mouth, randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 144:86–96. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.02.029>
 44. Gu X, Yang L, Yang D, Gao Y, Duan X, Zhu X, Yuan H, Li J (2019) Esthetic improvements of postorthodontic white-spot lesions treated with resin infiltration and microabrasion: a split-mouth, randomized clinical trial. *Angle Orthod* 89:372–377. <https://doi.org/10.2319/041218-274.1>
 45. Senestraro SV, Crowe JJ, Wang M, Vo A, Huang G, Ferracane J, Covell DA Jr (2013) Minimally invasive resin infiltration of arrested white-spot lesions: a randomized clinical trial. *J Am Dent Assoc* 144:997–1005
 46. Bourouni S, Dritsas K, Kloukos D, Wierichs RJ (2021) Efficacy of resin infiltration to mask post-orthodontic or non-post-orthodontic white spot lesions or fluorosis - a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-03931-7>
 47. Alkilzy M, Tarabaih A, Santamaria RM, Splieth CH (2018) Self-assembling peptide P11–4 and fluoride for regenerating enamel. *J Dent Res* 97:148–154. <https://doi.org/10.1177/0022034517730531>
 48. Alkilzy M, Santamaria RM, Schmoekkel J and Splieth CH (2018) Treatment of carious lesions using self-assembling peptides. *Advances in Dental Research* 29. <https://doi.org/10.1177/0022034517737025>
 49. Doberdoli D, Bommer C, Begzati A, Haliti F, Heinzel-Gutenbrunner M and Juric H (2020) Randomized clinical trial investigating self-assembling peptide P11-4 for treatment of early occlusal caries. *Scientific Reports* 10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60815-8>
 50. Sedlakova Kondelova P, Mannaa A, Bommer C, Abdelaziz M, Daeniker L, di Bella E, Krejci I (2020) Efficacy of P11–4 for the treatment of initial buccal caries: a randomized clinical trial. *Sci Rep* 10:20211. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77057-3>
 51. Welk A, Ratzmann A, Reich M, Krey KF, Schwahn C (2020) Effect of self-assembling peptide P11–4 on orthodontic treatment-induced carious lesions. *Sci Rep* 10:6819. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63633-0>
 52. Deyhle H, Dziadowiec I, Kind L, Thalmann P, Schulz G, Muller B (2015) Mineralization of early stage carious lesions in vitro—a quantitative approach. *Dent J (Basel)* 3:111–122. <https://doi.org/10.3390/dj3040111>
 53. Jablonski-Momeni A, Notherfer R, Morawietz M, Kiesow A, Korbmacher-Steiner H (2020) Impact of self-assembling peptides in remineralisation of artificial early enamel lesions adjacent to orthodontic brackets. *Sci Rep* 10:15132. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72185-2>
 54. Knaup T, Korbmacher-Steiner H, Jablonski-Momeni A (2020) Effect of the caries-protective self-assembling peptide P11–4 on shear bond strength of metal brackets. *J Orofac Orthop*. <https://doi.org/10.1007/s00056-020-00247-1>
 55. Wiechmann D, Klang E, Helms HJ, Knösel M (2015) Lingual appliances reduce the incidence of white spot lesions during orthodontic multibracket treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 148:414–422. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.05.015>
 56. Knösel M, Klang E, Helms HJ, Wiechmann D (2016) Occurrence and severity of enamel decalcification adjacent to bracket bases and sub-bracket lesions during orthodontic treatment with two different lingual appliances. *Eur J Orthod* 38:485–492. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjv069>
 57. van der Veen MH, Attin R, Schwestka-Polly R, Wiechmann D (2010) Caries outcomes after orthodontic treatment with fixed appliances: do lingual brackets make a difference? *Eur J Oral Sci* 118:298–303. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2010.00733.x>
 58. Papageorgiou SN, Golz L, Jager A, Eliades T, Bouraue C (2016) Lingual vs. labial fixed orthodontic appliances: systematic review and meta-analysis of treatment effects. *Eur J Oral Sci* 124:105–118. <https://doi.org/10.1111/eos.12250>
 59. Auluck A (2013) Lingual orthodontic treatment: what is the current evidence base? *J Orthod* 40(Suppl 1):S27–33. <https://doi.org/10.1179/1465313313Y.0000000073>
 60. Lombardo L, Ortan YO, Gorgun Ö, Panza C, Scuzzo G, Siciliani G (2013) Changes in the oral environment after placement of lingual and labial orthodontic appliances. *Prog Orthod* 14:1–8. <https://doi.org/10.1186/2196-1042-14-28>
 61. Mummolo S, Nota A, Albani F, Marchetti E, Gatto R, Marzo G, Quinzi V, Tecco S (2020) Salivary levels of *Streptococcus mutans* and *Lactobacilli* and other salivary indices in patients wearing

- clear aligners versus fixed orthodontic appliances: an observational study. *PLoS ONE* 15:e0228798. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228798>
62. Azaripour A, Weusmann J, Mahmoodi B, Peppas D, Gerhold-Ay A, Van Noorden CJ, Willershausen B (2015) Braces versus Invisalign(R): gingival parameters and patients' satisfaction during treatment: a cross-sectional study. *BMC Oral Health* 15:69. <https://doi.org/10.1186/s12903-015-0060-4>
 63. Albhaisi Z, Al-Khateeb SN, Abu Alhaja ES (2020) Enamel demineralization during clear aligner orthodontic treatment compared with fixed appliance therapy, evaluated with quantitative light-induced fluorescence: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 157:594–601. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.01.004>
 64. Buschang PH, Chastain D, Keylor CL, Crosby D, Julien KC (2019) Incidence of white spot lesions among patients treated with clear aligners and traditional braces. *Angle Orthod* 89:359–364. <https://doi.org/10.2319/073118-553.1>
 65. Cury JA, de Oliveira BH, dos Santos AP, Tenuta LM (2016) Are fluoride releasing dental materials clinically effective on caries control? *Dent Mater* 32:323–333. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.12.002>
 66. Nascimento PL, Fernandes MT, Figueiredo FE, Faria ESAL (2016) Fluoride-releasing materials to prevent white spot lesions around orthodontic brackets: a systematic review. *Braz Dent J* 27:101–107. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201600482>
 67. Höchli D, Hersberger-Zurfluh M, Papageorgiou SN, Eliades T (2017) Interventions for orthodontically induced white spot lesions: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod* 39:122–133. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjw065>
 68. Benson PE, Parkin N, Dyer F, Millett DT and Germain P (2019) Fluorides for preventing early tooth decay (demineralised lesions) during fixed brace treatment. *Cochrane Database Syst Rev* 2019. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003809.pub4>
 69. Enerback H, Moller M, Nysten C, Odman Bresin C, Ostman Ros I, Westerlund A (2019) Effects of orthodontic treatment and different fluoride regimens on numbers of cariogenic bacteria and caries risk: a randomized controlled trial. *Eur J Orthod* 41:59–66. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjy025>
 70. Lenzi TL, Montagner AF, Soares FZ, de Oliveira RR (2016) Are topical fluorides effective for treating incipient carious lesions? A systematic review and meta-analysis. *J Am Dent Assoc* 147:84–91 e1. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2015.06.018>
 71. Oosterkamp BCM, van der Sanden WJM, Frencken JEFM, Kuijpers-Jagtman AM (2016) Caries preventive measures in orthodontic practice: the development of a clinical practice guideline. *Orthod Craniofac Res* 19:36–45. <https://doi.org/10.1111/ocr.12107>
 72. Oosterkamp BCM, Wafae A, Schols JG, van der Sanden WJM, Wensing M (2016) Effectiveness of a clinical guideline to improve dental health among orthodontically treated patients: study protocol for a cluster randomized controlled trial. *Trials* 17:201. <https://doi.org/10.1186/s13063-016-1325-1>
 73. Berlin-Broner Y, Levin L, Ashkenazi M (2012) Awareness of orthodontists regarding oral hygiene performance during active orthodontic treatment. *Eur J Paediatr Dent* 13:187–191
 74. Affairs ADACoS (2006) Professionally applied topical fluoride: evidence-based clinical recommendations. *JADA* 137:1151–9. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0356>
 75. Marinho VC, Worthington HV, Walsh T and Clarkson JE (2013) Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev*:CD002279. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002279.pub2>
 76. Pithon MM, Sant'Anna LI, Baiao FC, dos Santos RL, Coqueiro Rda S, Maia LC (2015) Assessment of the effectiveness of mouthwashes in reducing cariogenic biofilm in orthodontic patients: a systematic review. *J Dent* 43:297–308. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.12.010>
 77. Alkilzy M, Splieth CH (2020) Self-assembling peptides for caries prevention and treatment of initial carious lesions, a review. *Dtsch Zahnärztl Z Int* 2:021–025. <https://doi.org/10.3238/dzz-int.2020.0021-0025>
 78. WHO (2020) Oral health - Achieving better oral health as part of the universal health coverage and noncommunicable disease agendas towards 2030. EXECUTIVE BOARD 148th session: 1–6. Web. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB148/B148_8-en.pdf. Accessed 26 August 2021

Publisher's note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Komplette Publikationsliste

Publikation:

Weyland MI, Jost-Brinkmann P-G, Bartzela T.

Management of white spot lesions induced during orthodontic treatment with multibracket appliance: a national-based survey. *Clin Oral Investig.* 2022 Mar 25:1–13. doi: 10.1007/s00784-022-04454-5. Epub ahead of print. PMID: 35338421; PMCID: PMC8956138.

Impact Factor: 3,573

Poster und Kongressbeiträge:

Weyland MI, Jost-Brinkmann P-G, Bartzela T., Management of white spot lesions induced during orthodontic treatment with multibracket appliance: a national-based survey. *Online-Poster, European Orthodontic Society (EOS) 2021 Annual Virtual Conference, Juli 2021*

Weyland MI, Jost-Brinkmann P-G, Bartzela T., White-Spot-Läsionen induziert durch kieferorthopädische Behandlung mit Multibracket-Apparatur. Eine nationale Umfrage. *Online-Vortrag im Rahmen der 28. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde e.V. (DGKiZ) in Regensburg, 24. September 2021*

Weyland MI, Jost-Brinkmann P-G, Bartzela T., Handhabung von White-Spot-Läsionen induziert durch kieferorthopädische Behandlung mit einer Multibracket-Apparatur. Eine nationale Umfrage. *Online-Posterpräsentation im Rahmen der 93. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO) in Wiesbaden, 22-25. September 2021*

Weyland MI, Jost-Brinkmann P-G, Bartzela T., Strategien deutscher Kieferorthopäd*innen zum Vermeiden von White-Spot-Läsionen. Eine nationale Umfrage. *Online-Vortrag vor den Mitglieder*innen der Gesellschaft für Kieferorthopädie von Berlin und Brandenburg e.V. (KFOBB), 14. Januar 2022*

Weyland MI, Jost-Brinkmann P-G, Bartzela T., White spot lesions: is it an inevitable side effect during multibracket orthodontic treatment? *Poster, European Orthodontic Society (EOS) 2022 Annual Conference in Limassol (Zypern), Juni 2022*

Weyland MI, Jost-Brinkmann P-G, Bartzela T., Präventionsstrategien gegen White-Spot-Läsionen während der Multibracket-Therapie: Eine evidenzbasierte Entscheidungsfindung? *Vortrag im Rahmen der 94. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO) in Berlin, 21-24. September 2022*

Danksagung

Zunächst gilt mein herzlicher Dank Herrn Prof. Dr. Paul-Georg Jost-Brinkmann und Frau Dr. Theodosia Bartzela für die Ermöglichung der Promotion an der Charité - Universitätsmedizin Berlin. Besonders möchte ich mich bei Frau Dr. Theodosia Bartzela für ihr Vertrauen und ihre stetige Unterstützung bedanken.

Des Weiteren möchte ich mich bei allen Weiterbildungsassistent*innen der Abteilung für Kieferorthopädie und Orthodontie für die Auswertung des Fragebogens und bei Frau Prof. Olga Polydorou für ihre Kommentare zum Fragebogen danken.

Ich möchte allen Teilnehmer*innen und den Gesellschaftern KFOBB (Gesellschaft für Kieferorthopädie Berlin und Brandenburg e. V.), und GMSCKFO (Gesellschaft Master of Science Kieferorthopädie e.V.) sowie der KFO IG (Fachvereinigung Deutscher Kieferorthopäd*innen, Kieferorthopädische Interessengemeinschaft) danken, für die Weiterleitung des Fragebogens an ihre Mitglieder, ohne deren Hilfe die zu erreichende Teilnehmer*innenquote nicht möglich gewesen wäre.

Herrn Dr. Konrad Neumann möchte ich für die statistische Beratung sowie Unterstützung bei der Auswertung der Messdaten vielmals danken.

Ganz besonderen Dank möchte ich meinen Eltern, Fabienne und Marc und meinem Bruder, Louis, geben, ohne deren Unterstützung mir diese Dissertation nicht möglich gewesen wäre. Sie haben mich nicht nur finanziell, sondern auch moralisch unterstützt und mir den Rücken gestärkt. Danke für Eure Geduld und dass ihr immer an mich geglaubt habt!

Ferner danke ich meinem Freund, Yann, ohne dessen Unterstützung die Erstellung dieser Arbeit nicht möglich gewesen wäre.