

6 Diskussion

6.1 Diskussion der Fragestellung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, das Kariesrisiko bei LKG-Patienten mit Multibracket-Apparaturen mit einer weitestgehend patienten- bzw. complianceunabhängigen Methode zu senken. Es soll der Frage nachgegangen werden, ob mithilfe regelmäßiger professioneller Zahnreinigungen und der Anwendung von Chlorhexidinpräparaten (Chlorhexamed, EC40) sowie Fluoridlack (Fluoridin) die Speichelkeimzahlen und das Kariesrisiko gesenkt werden. Ferner soll die Wirksamkeit des EC40 und des Chlorhexamed-Gels anhand von Speichelkeimzahlbestimmungen, DMF/S-Indizes und anhand des modifizierten White-Spot-Lesion-Index nach *Artun*¹⁸ verglichen werden.

6.2 Diskussion von Probanden und Methode

6.2.1 Probandenauswahl und Studienablauf

Einschlusskriterium zur Teilnahme an der hier beschriebenen Studie waren eine Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte sowie eine festsitzende kieferorthopädische Apparatur. Ein geringer Teil der Probanden besaß eine syndromassoziierte LKG-Spalte (einmal Nager-Syndrom, zweimal mediane faciale Dysplasie). Die übrigen Probanden wiesen eine ein- oder doppelseitige, komplette oder inkomplette LKG-Spalte auf.

Es wurde nur bedingt – bei der blockrandomisierten Aufteilung in zwei Gruppen – darauf geachtet, ob nur der Oberkiefer oder auch der Unterkiefer mit einer festsitzenden kieferorthopädischen Apparatur behandelt wurde.

Auf eine Kontrollgruppe wurde aus ethischen Gründen verzichtet.

Das Konzept des hier verfolgten Prophylaxeprogramms war in wesentlichen Teilen complianceunabhängig. So waren neben der normalen häuslichen Zahnpflege keine CHX- oder Fluorid-Anwendungen ohne Aufsicht durchzuführen.

Zudem fanden die Prophylaxesitzungen immer gemeinsam mit den kieferorthopädischen Kontrollterminen statt. Das angestrebte Untersuchungsintervall von vier Wochen konnte nicht immer aufrechterhalten werden, Grund hierfür waren Schulferien (vor allem Sommer- und Weihnachtsferien) oder einfach Terminversäumnisse. Die professionellen Zahnreinigungen erfolgten – unter Berücksichtigung der Kontraindikationen – überwiegend

mittels Pulver-Wasser-Strahl-Geräten. Die Anwendung der chemischen Adjuvanzen erfolgte nach Herstellerangaben und in Anlehnung an eine Studie von *Lundström* und *Krasse*¹²⁴.

Diese untersuchten die Speichelkeimzahlen von Multibracket-Patienten nach der Anwendung eines 1%igen CHX-Gels, welches mittels individueller Trägerschienen an 2 verschiedenen Tagen (innerhalb von 2-4 Tagen) für je 3 x 5 Minuten eingesetzt worden war. Um die Mitarbeit der Probanden jedoch nicht unnötig auf die Probe zu stellen und ihnen eine zusätzliche Anfahrt zu ersparen, wurde das CHX-Gel in der hier vorliegenden Studie nicht an unterschiedlichen Tagen, sondern alle drei Monate mittels der zuvor individuell für jeden Probanden hergestellten CHX-Trägerschienen (Bioplast 1,0 mm) für 3 x 5 Minuten an einem Tag appliziert. Der EC40-Lack wurde, wie vom Hersteller empfohlen, alle 3 Monate für 7 Minuten aufgetragen (www.ec40.de).

Speicheltests eignen sich gut zur Kontrolle der Effektivität eines Prophylaxeprogramms⁸⁹, aber es besteht Konsens darüber, dass Speicheltests allein keine sichere Kariesrisiko-Abschätzung zulassen^{90,100,101,106,275}. Es kommt bei der Bestimmung der Bakterienzahlen nicht darauf an, ob diese im Speichel oder in der Plaque bestimmt werden^{31,99,276}. In der vorliegenden klinischen Studie sollte nicht das Kariesrisiko anhand von Speicheltests bestimmt werden, sondern es sollte die Effektivität des Prophylaxeprogramms untersucht werden. Von den zur Zeit erhältlichen Speicheltests stellt der CRT-Test eine gute Alternative dar^{39,104,123}.

Als nachteilig ist sicherlich anzusehen, dass die Probanden während der vorliegenden Untersuchung im Verlauf der kieferorthopädischen Therapie oft von verschiedenen Behandlern betreut wurden. Dies geht häufig mit einem Motivationseinbruch einher, der nicht selten auch die Mundhygiene betrifft. Dies hat jedoch keinen gruppenspezifischen Einfluss, denn die kieferorthopädischen Behandler wechselten in beiden Gruppen gleichermaßen. Somit ist nicht mit verfälschten Ergebnissen bei dem Vergleich der Wirksamkeit der verschiedenen CHX-Präparate zu rechnen.

Ferner ist als nachteilig zu erachten, dass die festsitzenden Apparaturen bei den Studienteilnehmern unterschiedlich lange in situ waren. Bedenkt man, dass es aufgrund der vielen Retentionsstellen an Brackets und Bändern zu einer Zunahme der Bakterienzahlen kommen kann und dies eng mit der zeitlichen Dauer der sich im Mund befindlichen festen Apparatur zusammenhängt, so können unterschiedliche Ergebnisse bezüglich der Keimzahlen zustande kommen. Ein Studiendesign, bei dem alle Probanden zu einem definierten Zeitpunkt eine Multibracket-Apparatur erhalten, ist bei einer derart speziellen Klientel (LKG-Patienten) ohne die Studie auf mehrere Jahre auszudehnen und unter der

Berücksichtigung einer angemessenen Fallzahl, nicht möglich. Zudem ging es ja gerade darum, dem augenscheinlich mit einem sehr hohen Kariesrisiko behafteten hier untersuchten Probandengut möglichst optimal zu helfen.

6.2.2 Befunderhebung

Die gesamte Befunderhebung sowie deren Eintragung in den Befundbogen, die Eingabe in die SPSS^k-Datenmaske, die Anwendung des Chlorhexidins, die Applikation des Fluorids, die professionelle Zahnreinigung und die Mundhygiene-Instruktionen erfolgten ausschließlich durch den Autor dieser Arbeit (Malte-Christian Weiß), nachdem dieser vor Beginn der Studie entsprechend kalibriert wurde. Das hohe Maß an Übereinstimmung zwischen Kalibrierer und Untersucher ist dem Ergebnisteil (Abschnitt 5.2, Seite 49-50) zu entnehmen.

Die Kalibrierung erfolgte nur zu einem Zeitpunkt vor Studienbeginn, bei einer Studiendauer von einem Jahr sind Veränderungen bezüglich der Bewertung der Untersuchungskriterien nicht auszuschließen. Da dies jedoch alle Probanden der Gruppe A und Gruppe B gleichermaßen betrifft, sind keine relevanten Abweichungen zu erwarten gewesen.

Nicht auszuschließen sind Übertragungsfehler bei der Eingabe der Daten in den Computer, alle Dateneingaben wurden jedoch mehrfach kontrolliert (indem die Befundbögen mit dem Computerbefund zweifach verglichen wurden), besonders wenn auffällige Abweichungen auftraten.

6.2.3 DMF/S-Index

Die Erhebung des DMF/S-Index erfolgte, nachdem die Zähne zuvor professionell gereinigt worden waren, mittels Spiegel, zahnärztlicher Sonde, Multi-Funktions-Spritze (Luft/Wasser) sowie OP-Licht. Dabei wurde die Sonde nur sehr schonend angewandt, um intakte Oberflächen mit darunter liegenden kariösen Läsionen nicht zu verletzen.

Um ein falsch positives Ergebnis zu vermeiden, wurden aus kieferorthopädischen Gründen extrahierte sowie nicht angelegte Zähne nicht in den DMF/S-Index miteinbezogen.

Initialläsionen wiederum, wurden beim DMF/S-Index berücksichtigt. Bei im Durchbruch befindlichen Zähnen wurden nur die Zahnflächen einbezogen, die zum Zeitpunkt T1 (1. Sitzung) gut einsehbar und beurteilbar waren. Die im Verlauf der Studie zusätzlich durchgebrochenen Zähne wurden zum Zeitpunkt T2 (12. Sitzung) mitbeurteilt und flossen mit in den DMF/S-Index-Endbefund ein. Ein Großteil der Studienteilnehmer befand sich in der zweiten Wechselgebissperiode, sodass im Studienverlauf die Anzahl der untersuchten

Zahnflächen zugenommen hat. Alternativ hätten nur die Zähne, die zum Zeitpunkt T1 vollständig in die Mundhöhle durchgebrochen waren, zum Zeitpunkt T2 beurteilt werden können. Ein Zahn, der seit kurzem in der Mundhöhle ist, wird nicht sofort kariös werden, sodass der Anteil der neu hinzu gekommenen Zahnflächen nur einen geringen Einfluss auf den DMF/S-Index hatte.

Ein dmf/s-Index für Milchzähne wurde nicht erhoben. Aufgrund der Altersstruktur der untersuchten Klientel in der zweiten Wechselgebissperiode wurde davon ausgegangen, dass ein Großteil der zu Beginn untersuchten Milchzähne am Ende der Studie nicht mehr vorhanden gewesen wäre. Zudem wäre die Anzahl der untersuchten Milchzahnflächen relativ klein gewesen, sodass eine statistisch sinnvolle Auswertung nicht mit Sicherheit gewährleistet war.

Die Erhebung des DMFS-Index erfolgte Zahn für Zahn, sodass eine Übertragung in den Befundbogen weitestgehend ohne Fehler möglich war.

6.2.4 White-Spot-Lesion-Index

Der White-Spot-Lesion-Index wurde nach den Vorgaben und Skalierungen nach *Årtun* und *Brobakken* erhoben⁷⁰. Dieser Index stellt eine gute Methode dar, um eine Demineralisation gemäß ihres Ausmaßes um ein Bracket herum quantitativ zu beschreiben. Die Skalierung in die Grade 0 bis III ermöglicht im Gegensatz zum DMF/S-Index eine genauere Beurteilung über den Untersuchungszeitraum von einem Jahr und eignet sich somit, um eine Veränderung der Größe der Initialläsion zu erfassen. Im Gegensatz zu anderen WSL-Indizes werden bei dem in dieser Studie genutzten WSL-Index die Bereiche um das Bracket herum genau erfasst.

Bei dem WSL-Index nach *Gorelick et al.* werden die White Spots zwar auch in vier Grade eingeteilt, es wird jedoch nicht auf die Größe der Initialläsion eingegangen, sondern die Tiefe der Initialläsion beschrieben. Zudem ist der Index für Patienten ohne Brackets entworfen worden, sodass eine Anwendung in der vorliegenden Studie nicht möglich war.

Es gilt zu diskutieren, ob ein Index, der die Größe der Initialläsion bestimmt oder ein Index der die Tiefe der Initialläsion erfasst, besser für die beschriebene Studie geeignet gewesen wäre. Da sich ein White Spot in der Regel erst flächenförmig ausbreitet und eine Kavitation, wenn überhaupt, zu einem späteren Zeitpunkt zustande kommt, erscheint die Wahl des WSL-Index nach *Årtun* und *Brobakken* sinnvoll. Der Anteil der Probanden, bei denen es zu einer Kavitation im Laufe der Studie gekommen ist, war zudem sehr gering. Eine Kombination aus flächenförmiger Ausdehnung und Tiefe der Initialläsion hätte die Veränderung der White

Spots am besten erfasst, die praktische Anwendbarkeit muss jedoch in Frage gestellt werden. Außerdem ist in der Literatur kein derartiger WSL-Index beschrieben.

Alternativ zu der in der Studie genutzten Kombination DMF/S-Index und WSL-Index hätte auch die Unterteilung der D-Kategorie des DMF/S-Index in D1 = Schmelzläsion \leq 1mm Durchmesser, ohne sichtbaren Einbruch der Oberfläche, D2 = Schmelzläsion $>$ 1mm Durchmesser, ohne sichtbaren Einbruch der Oberfläche, D3 = kariöse Kavität \leq 1mm Durchmesser, D4 = kariöse Kavität $>$ 1mm Durchmesser, Verwendung finden können¹³⁵. Allerdings wäre die Erhebung zeitaufwendiger gewesen und hätte alle Zahnflächen beinhaltet. Im Rahmen dieser Studie sollten jedoch die bukkalen Flächen in Bezug auf Initialläsionen genau untersucht und die Veränderung über den Untersuchungszeitraum erfasst werden. Da bei der Einteilung D1 bis D4 in Bezug auf Initialläsionen nur zwischen kleiner als 1mm und größer als 1mm unterschieden wird, kam der WSL-Index nach *Årtun* und *Brobakken* zur Anwendung.

6.2.5 Papillen-Blutungs-Index

Bei diesem Index handelt es sich um den PBI nach *Saxer* und *Mühlemann*. Es erfolgt eine Einteilung in 5 Grade. Kritisch zu betrachten ist, dass der bukkale Gingivalsaum sich bei Multibracket-Patienten – besonders wenn eine Gingivahyperplasie vorliegt – nur bedingt gut mit einer Parodontalsonde austreichen lässt. Allerdings trifft dies nur auf die Hälfte aller erhobenen Werte zu, da die Befunderhebung im 1. und 3. Quadranten oral erfolgte und an diesen Zahnflächen nur sehr selten Attachments befestigt wurden. Somit handelt es sich bei den in dieser Studie gefundenen PBI-Ergebnissen um falsch positive Ergebnisse. Wären nur der bukkale Gingivalsaum untersucht worden, so wäre mit Sicherheit ein schlechteres Ergebnis zustande gekommen.

Nach *Rateitschak et al.* stellt der PBI nach *Saxer* und *Mühlemann* ein patientenspezifisches relativ genaues Ergebnis des Entzündungszustandes der marginalen Gingiva da und kann somit als Indikator für die Mundhygiene genutzt werden²⁷⁷.

Alternativ zum PBI nach *Saxer* und *Mühlemann* wurde ein Index mit einer ja/nein-Entscheidung in Betracht gezogen. Für einen derartigen Index spricht, dass er einfach und schnell anzuwenden ist, dagegen, dass es sich um einen ungenauen Index mit einer groben Skalierung handelt. Dies war der Grund für eine Entscheidung zugunsten des PBI nach *Saxer* und *Mühlemann*.

In Frage gestellt werden kann eine exakte Reproduzierbarkeit des PBI, handelt es sich doch um lokalisierte Reizbildungen der Gingiva, die abhängig sind vom Entzündungszustand der

Gingiva, von der Blutungsbereitschaft, von der Reproduzierbarkeit des Entlangstreichens an der marginalen Gingiva im gleichen Winkel, mit dem gleichen Druck und an der gleichen Stelle. Allerdings stellt dies kein spezifisches Problem des PBI nach *Saxer* und *Mühlemann* dar, sondern betrifft alle Papillen-Blutungs-Indizes.

Zudem ist zu Bedenken, dass ein Vergleich mit Ergebnissen aus der Literatur umso schwerer möglich ist, je spezifischer der genutzte Index ist.

Milchzähne fanden beim PBI keine Berücksichtigung, da bei den Probanden mit einem Durchschnittsalter von 14,1 Jahren nicht mehr viele Milchzähne in situ waren und die Wahrscheinlichkeit, dass die vorhandenen Milchzähne im Laufe der Studie ausfallen würden, ausgesprochen groß war. Einen PBI an einem gelockerten Milchzahn zu erheben ist wenig sinnvoll. Die Reinigung dieses Zahnes ist oft schmerzhaft und erfolgt deshalb nicht ausreichend gründlich. Die Blutungsneigung ist daher erhöht.

6.2.6 Plaque-Index

Es kam der Plaque-Index nach *Quigley* und *Hein* zur Anwendung. Dabei erfolgte eine Beurteilung der Plaqueausdehnung an den vestibulären Zahnoberflächen des 1. und 3. Quadranten bzw. oralen Zahnoberflächen des 2. und 4. Quadranten nach dem Anfärben mit einem Plaque-Revelator und eine Graduierung zwischen 0 bis 5. Vorteil dieses Index, verglichen mit dem modifizierten Approximalraum-Plaque-Index nach *Lange et al.* (ja/nein-Entscheidung), ist, eine genaue Beschreibung der Plaqueausdehnung, nachteilig ist der relativ hohe zeitliche Aufwand. Um detaillierte Ergebnisse zu erhalten, schien es angebracht, einen Index mit einer genauen Skalierung zu nutzen. Zudem sollte ein häufig genutzter Index verwendet werden, um ein Vergleich mit anderen Studien zu ermöglichen.

Bei anderen Plaque-Indizes erfolgt keine Anfärbung mit Plaque-Revelatoren, dies ist zeitlich gesehen ein Vorteil, die Erfassung und Einteilung in die richtigen Grade ist jedoch umso schwieriger.

Unabhängig davon ist zu bedenken, dass ein Plaque-Index immer nur eine „Momentaufnahme“ der Mundhygienesituation des Patienten darstellt. Insofern spiegelt der Papillen-Blutungs-Index die wahre Mundhygiene eines Patienten besser wider. Denn selbst bei kurzzeitig besserer Mundhygiene (aufgrund des nächsten Zahnarzt-Termins) ändert sich die Blutungs-Neigung der Gingiva nicht.

Milchzähne wurden aus den schon erwähnten Gründen nicht miteinbezogen.

6.2.7 Speicheltest

In der vorliegenden Studie wurde der CRT-Speicheltest verwendet. Dabei handelt es sich um einen Test, mit dem sowohl Mutans Streptokokken als auch Laktobazillen quantitativ erfasst werden. Studien von *Kneist et al.* haben gezeigt, dass der CRT, verglichen mit anderen Speicheltests, eine gute, effiziente, qualitativ gleichwertige Alternative darstellt^{104,123}.

Kritisch zu betrachten ist, dass mittels des CRT alle Mutans Streptokokken- und Laktobazillen-Arten erfasst werden, d. h. es werden auch die nicht besonders virulenten Spezies- und Subspezies bestimmt. Eine singuläre Bestimmung der Bakterien mit besonders hohem kariogenem Potenzial ist jedoch nur mit kostenintensiven zeitaufwändigen Labormethoden möglich.

Ferner ist anzumerken, dass die Speicheltests zu keinem definierten Zeitpunkt durchgeführt wurden (zwischen 8.30 Uhr und 18.00 Uhr). *Bose* und *Ott* kommen zu dem Ergebnis, dass die Laktobazillen-Zahl vom Tageszeitpunkt bzw. der Nahrungsaufnahme abhängig ist; die Validität, d. h. das Maß der Brauchbarkeit des CRT unter definierten Kriterien, ist dementsprechend schlecht.

Wie dem Studiendesign zu entnehmen ist, erfolgten die Speicheltests zumeist 4 Wochen nach der CHX-Anwendung. *Attin et al.* folgten einem ähnlichen Studiendesign und untersuchten die Wirksamkeit von EC40 und Cervitec mittels Speicheltests 4 und 12 Wochen nach deren Anwendung²³⁶. *Jenatschke et al.* führten Speicheltests im achtwöchigen Abstand nach der CHX-Behandlung durch¹³⁵.

Ruppert und *Schlagenhauf* hingegen empfehlen Speicheltests eine Woche nach der CHX-Anwendung²⁰⁰.

Sicherlich ist eine Wirksamkeit des CHX umso besser nachweisbar, je dichter ein Speicheltest zeitlich betrachtet der CHX-Anwendung folgt. Da das Studiendesign jedoch weitestgehend unabhängig von der Mitarbeit sein sollte und die Studientermine mit den kieferorthopädischen Kontrollterminen zusammengelegt wurden, konnte ein kürzerer zeitlicher Abstand als 4 Wochen für die Speicheltests nicht durchgeführt werden.

6.2.8 CHX-Anwendung

Die Applikation des EC40 erfolgte nach Herstellerangaben (www.ec40.de). Das Chlorhexamed-Gel wurde in Anlehnung an eine Studie von *Lundström* und *Krasse* appliziert¹²⁴. Diese untersuchten die Speichelkeimzahlen von Multibracket-Patienten nach der Anwendung eines 1%igen CHX-Gels, welches mittels individueller Trägerschienen an 2 verschiedenen Tagen (innerhalb von 2-4 Tagen) für je 3 x 5 Minuten eingesetzt wurde. Um

die Mitarbeit der Probanden jedoch nicht unnötig auf die Probe zu stellen und ihnen eine zusätzliche Anfahrt zu ersparen, wurde das CHX-Gel nicht an unterschiedlichen Tagen, sondern alle drei Monate mittels der zuvor individuell für jeden Probanden hergestellten CHX-Trägerschienen (Bioplast 1,0 mm) für 3 x 5 Minuten appliziert.

6.3 Diskussion der Ergebnisse

6.3.1 Papillen-Blutungs-Index

Die Hauptursache für eine vermehrte Plaqueakkumulation in Verbindung mit der Eingliederung festsitzender kieferorthopädischer Apparaturen und die daraus resultierende entzündliche Reaktion der Gingiva ist eine fehlende adäquate Mundhygiene.

Nach Eingliederung einer festen Zahnspange entsteht sehr häufig eine moderate Gingivitis. In einer von *Alexander* durchgeführten Untersuchung zeigten alle mit Bändern/Brackets versehenen Probanden inflammatorische Zeichen im Bereich der Gingiva²⁷⁸. Die häufig auftretenden Gingivahyperplasien führen ebenfalls zu einem Anstieg des PBI.

Zudem kann eine festsitzende kieferorthopädische Apparatur zu einer Veränderung des bakteriellen Milieus in Richtung der pathogenen Keime führen^{49,53,54,268} und somit eine Gingivitis mitverursachen, sodass der PBI ansteigt.

Nichtsdestotrotz ist bei exzellenter physikalischer Plaquekontrolle trotz kieferorthopädischer Behandlung eine gesunde Gingiva möglich. Entsprechende Präventivprogramme sind daher sinnvoll²⁶⁸.

In der hier durchgeführten Studie konnten weder das CHX-Gel noch der CHX-Lack eine hochsignifikante Verschlechterung des PBI verhindern. Dies ist insofern erstaunlich, als ein gingivitisreduzierender Effekt des CHX in der Literatur mehrfach belegt ist^{184,186,279-282}.

Selbst bei Multibracket-Patienten konnte in mehreren Untersuchungen eine Verminderung der Gingivitis erzielt werden^{280,283-285}.

Angaben über die Wirksamkeit von CHX bei Spalt-Patienten existieren in der Literatur nicht.

Über den parodontalen Zustand von LKG-Spalt-Patienten gibt es nur wenige Studien. *Wong* und *King* kamen in einer Meta-Analyse zu dem Ergebnis, dass die Mundhygiene und der Zustand der Gingiva bei Spalt-Patienten schlechter sind als bei „Nicht-Spalt-Trägern“⁷⁸.

In einer vergleichenden Studie mit 5-6 Jahre alten Spalt-Patienten und einer gleichaltrigen Kontrollgruppe fanden *Dahllöf* et al. eine erhöhte Gingivitisrate bei den Spaltkindern⁷⁷.

In einer jüngeren Veröffentlichung verglichen *Costa et al.* die parodontale Gesundheit von Spalt- und Nicht-Spaltkindern. Demnach hatten Spalt-Patienten bei gleicher Menge an Plaque und Mikroorganismen häufiger eine Gingivitis²⁸⁶.

Eine mögliche Ursache für die hoch signifikante Zunahme des PBI in der hier beschriebenen Studie könnte sein, dass die beiden untersuchten CHX-Darreichungsformen weniger wirksam sind als von anderen Präparaten bekannt. Da diese Studie jedoch unter der Prämisse eines weitgehend mitarbeitersunabhängigen Prophylaxeprogramms entwickelt wurde, musste auf CHX-Präparate in einer Galenik und Konzentration zurückgegriffen werden, bei der keine tägliche Anwendung, sondern eine mit größerem Zeitabstand (in dieser Studie 12 Wochen) sinnvoll erschien. Die Ergebnisse der Speicheltests zeigen, dass die verwendeten CHX-Präparate keine länger andauernde Bakterienreduktion bewirkten, vielmehr ist davon auszugehen, dass der bakterizide Effekt nur kurz anhielt, sodass zum Zeitpunkt der Speicheltests die ursprüngliche Bakterienzahl wieder erreicht war. Vor diesem Hintergrund ist eine Zunahme des PBI im Verlauf der Studie nicht erstaunlich.

Eine weitere Ursache ist in der schlechten häuslichen Zahnpflege der Probanden zu sehen. So machten viele der Probanden während der einjährigen Studienzeit den Eindruck, als ob sie es aufgrund der vielen stattfindenden Prophylaxemaßnahmen nicht für nötig hielten, die eigene Zahnpflege weiterhin optimal aufrecht zu erhalten bzw. zu etablieren.

6.3.2 Plaque-Index

Mit der Eingliederung einer festsitzenden kieferorthopädischen Behandlungsapparatur steigt die Zahl der Plaqueretentionsstellen erheblich^{49,58}. Dies führt bei unveränderter Mundhygiene zu einer Erhöhung der Plaqueakkumulation und somit des Plaque-Index.

Bei der hier beschriebenen Studie veränderten sich die Ergebnisse des PI im Gegensatz zum PBI über den Untersuchungszeitraum nicht signifikant. Das heißt, es ist weder zu einer signifikanten Verbesserung noch zu einer signifikanten Verschlechterung des PI gekommen. Wie aus den Ergebnissen der Speicheltests zu entnehmen ist, zeigten die in der Studie applizierten antibakteriell wirkenden Adjuvanzien nur eine geringe Effektivität. Dies spiegelt sich auch in dem nicht veränderten PI wider. Die unterschiedlichen Ergebnisse des PI und des PBI lassen sich vielleicht damit erklären, dass die Probanden wussten, dass ein besonderes Augenmerk auf ihre Mundhygiene gelegt wird. Demzufolge wurden die Mundhygienemaßnahmen kurz vor dem nächsten Untersuchungstermin intensiviert, was zu einem besseren PI-Wert führte. Eine kurzzeitig gute Mundhygiene hat jedoch keinen Einfluss

auf die Blutungsneigung der Gingiva, sodass der PBI die Mundhygiene der Probanden besser verdeutlichte als der PI.

Anderson et al. konnten eine gute Plaque reduzierende Wirkung einer CHX-Mundspüllösung bei Multibracket-Patienten verglichen mit einer Placebo-Gruppe feststellen. So waren der PI und die Taschentiefen in der CHX-Gruppe geringer²⁸⁴.

Siegrist et al. verglichen in einer Studie die Wirksamkeit von Listerine und Sanguinarin mit der von CHX (0,12 % Spüllösung). 31 Probanden, aufgeteilt in 3 Gruppen, spülten als alleinige Maßnahme für 21 Tage mit einem der drei genannten Präparate. CHX zeigte die beste Wirkung, nach 21 Tagen konnten in der CHX-Gruppe keine Anzeichen von Gingivitis gefunden werden, die Plaqueakkumulation war nur gering höher als am Anfang in der CHX-Gruppe, in den anderen Gruppen jedoch stark erhöht (besonders in den ersten 7 Tagen)¹⁸³.

In der Plaque der CHX-Gruppe zeigten sich signifikant weniger Bakterien als in den anderen Gruppen. Diese Untersuchung macht deutlich, dass es in Kombination mit einer häuslichen Zahnpflege mittels CHX zu einer Plaque-Reduktion kommen und somit der PI geringer werden kann. Leider konnten in der hier durchgeführten Studie bei LKG-Patienten keine vergleichbaren Ergebnisse erzielt werden. Mögliche Ursachen sind eine auftretende Behandlungsmüdigkeit einhergehend mit einer unzureichenden häuslichen Zahnpflege sowie die bei einer Multibracket-Apparatur an sich schon schwierige Zahnreinigung. Die zitierte Studie von *Siegrist et al.* fand zudem weder bei LKG-Patienten noch bei Multibracket-Patienten statt, die Anwendung der CHX-Mundspüllösung erfolgte täglich zweimal, in der hier beschriebenen Studie jedoch alle 3 Monate.

Oft sind die Zahnfehlstellungen bei LKG-Patienten so stark ausgeprägt, dass Plaquefreiheit nur mit sehr großem Aufwand möglich ist.

6.3.3 DMF/S-Index

Der mittlere DMF/S-Wert der hier untersuchten LKG-Spalt-Patienten ist mit 13,3 Flächen bei einem Durchschnittsalter von 14,1 Jahren sehr hoch und spiegelt das hohe Kariesrisiko von Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalt-Patienten mit Multibracket-Apparaturen wider. In einer Veröffentlichung von *Heinrich-Weltzien et al.* über „Nicht-Spalt-Patienten“ betrug der DMF/S-Index einer vergleichbaren Altersgruppe 7,1²⁸⁷.

In einer Studie von *Lages et al.* an Spalt-Patienten konnten folgende DMF/S-Werte festgestellt werden: Bei 6-12 Jährigen 1,87, bei 13-18 Jährigen 6,46 und bei der Altersgruppe

19-32 Jährigen 13,62⁸⁰. Somit sind die DMF/S-Werte der beiden zitierten Studien relativ ähnlich, die in der vorliegenden Studie untersuchte Klientel hat hingegen ein sehr viel höheres Kariespotenzial. Eine mögliche Ursache für die hohen DMF/S-Werte besteht darin, dass nicht nur etablierte kariöse Läsionen, sondern auch initiale Läsionen erfasst und in den Faktor D des DMF/S-Index miteinbezogen wurden. Da es jedoch schwierig ist, zu entscheiden, wann eine Initiailläsion eine Größe erreicht hat, um in den DMF/S-Index miteinbezogen zu werden, wurden alle Initiailläsionen erfasst und flossen dementsprechend in den DMF/S-Index hinein.

Leider kam es trotz unserer intensiven prophylaktischen Betreuung zu einer Zunahme des DMF/S-Index, in der Chlorhexamed-Gruppe um 4,2 und in der EC40-Gruppe um 3,5 Flächen. Nach *Zimmer* ist ab einem Zuwachs von einer Fläche pro Jahr von einem erhöhten Kariesrisiko auszugehen²⁸⁸. Es bleibt spekulativ, wie groß der Karieszuwachs ohne die Prophylaxebetreuung im Rahmen dieser Studie ausgefallen wäre; aus ethischen Gründen wurde – wie schon erwähnt – auf eine Kontrollgruppe ohne Prophylaxe verzichtet.

Folgende Erklärungen sind für eine derart große Zunahme des DMF/S-Index aufzuführen:

1. Wie aus dem Ergebnisteil zu entnehmen ist, zeigten die CHX-Anwendungen nur geringe kurzfristige Wirkungen. Ursache einer Karies ist eine bakterielle Infektion vornehmlich mit Mutans Streptokokken, Laktobazillen und anderen Keimen. Zumindest erstere Bakterien lassen sich mit CHX eigentlich gut reduzieren^{171,193,205}. Da dieser bakterizide Effekt jedoch weitestgehend ausblieb bzw. nur sehr kurz anhielt, konnte mit den hier verwendeten CHX-Präparaten die Kariesentstehung nicht positiv beeinflusst und ein Anstieg des DMF/S-Index nicht verhindert werden.
2. Auch die Kombination CHX und Fluorid konnte die Entstehung von Initiailläsionen nicht verhindern.
3. Einige klinische Studien untersuchten die Mundhygiene, den Gingivazustand sowie die Anzahl der Bakterien in der Mundhöhle bei Spalt-Patienten^{76-78,81,286}. Widersprüchlich sind hierbei die Aussagen in Bezug auf die Bakterienzahl. So konnten einige Autoren eine erhöhte Anzahl an Mutans Streptokokken und Laktobazillen im Vergleich zu einer Kontrollgruppe nachweisen⁷⁶, andere hingegen nicht^{81,286}.

In einer Meta-Analyse stellten *Wong* und *King* fest, dass in den meisten Studien, die das Kariesrisiko bei LKG-Spalt-Patienten untersuchten, das Kariesrisiko verglichen mit Nicht-Spalt-Patienten erhöht ist⁷⁸, sodass sich ein überdurchschnittliches Kariesinkrement entwickelt hat.

4. Eine Initialläsion ist eine (beginnende) Karies und wurde demnach in den DMF/S-Index miteinbezogen. Viele klinische Studien haben gezeigt, dass es im Laufe einer Multibracket-Therapie vermehrt zur Bildung von White Spots kommt^{18,50,64,69}. In den meisten Studien, in denen DMF/S-Indizes erhoben wurden, wird auf die Problematik ob eine Initialläsion als Karies in den Index miteinbezogen werden soll, nicht eingegangen.

5. Ein weiterer Grund ist das Alter der Probanden, der Großteil der Studienteilnehmer befand sich in einem Alter (Durchschnittsalter von 14,1 Jahren), in dem die häusliche Zahnpflege häufig etwas an Stellenwert verliert^{49,50} und somit in Kombination mit einer festsitzenden Apparatur die Zahl der Initialläsionen schnell ansteigt.

Zu Beginn des Altersabschnitts zwischen dem 10 und 15. Lebensjahr ist das Kariesrisiko besonders hoch, da sich viele Zähne im Durchbruch befinden, somit nur unzureichend der Zahnreinigung zugänglich sind⁴⁸. Zudem ist die sekundäre Schmelzhärtung noch nicht abgeschlossen.

6. Nicht auszuschließen ist, dass einige Zahnflächen nur aufgrund der besseren Retention der Füllung bzw. der sich unterminierend ausbreitenden Karies mit einer Füllung versehen wurden und somit fälschlicherweise in den DMF/S-Index miteinbezogen wurden. Allerdings stellt dies ein Problem bei allen DMF/S-Index-Erhebungen dar.

6.3.4 WSL-Index

Wie den Abbildungen 20 bis 23 und Tabelle 5 des Ergebnisteils zu entnehmen ist, ist die Zahl der White Spots im Studienverlauf trotz regelmäßig applizierten Fluorids stark angestiegen. Dabei gab es keine gruppenspezifischen Unterschiede.

Viele Studien haben jedoch gezeigt, dass es zwischen der Entstehung von White Spots bzw. Karies und der Verfügbarkeit von Fluorid einen engen Zusammenhang gibt^{69,158,289,290}. Ob das in dieser Studie verwendete Fluorid keinen Effekt hat, ist nicht nachweisbar und eher unwahrscheinlich. *Helpfenstein* und *Steiner* konnten in einer Meta-Analyse bei einer Duraphat-Anwendung 2-mal pro Jahr einen kariesreduzierenden Effekt von 38 % ermitteln¹⁶¹. Dass in der hier beschriebene Studie verwendete Fluoridin entspricht in der Zusammensetzung Duraphat, trotzdem konnte in der hier vorliegenden Arbeit die Entstehung von White Spots nicht verhindert werden. *Gorelick* et al. fanden direkt nach Entbänderung bei 49,6 % der Probanden mindestens einen gingivalen White Spot, die Kontrollgruppe wies nur zu 24 % mindestens einen White Spot auf⁶⁴. Vergleicht man diese Aussagen mit den in dieser Studie gefundenen Ergebnissen – zu Studienbeginn wiesen 69,1 % zu Studienende 86,8 % mindestens einen White Spot auf – so wird deutlich, dass die White Spot-

Bildungsrate in der hier untersuchten Klientel besonders hoch ist. Als Ursache ist zu nennen, dass es sich bei der hier untersuchten Klientel im Gegensatz zur *Gorelicks* Klientel um LKG-Patienten handelte. Möglicherweise weisen Spalt-Patienten eine andere Bakterienflora auf als Nicht-Spalt-Patienten.

Für die Zunahme des WSL-Index sind folgende Gründe aufzuführen:

1. Während einer Multibracket-Therapie entstehen häufig initiale Läsionen, besonders an den Bukkalflächen der mit Brackets versehenen Zähne^{18,49,64,69}. Dies liegt unter anderem an einer Zunahme der Plaqueakkumulationsstellen sowie einer Veränderung der Plaquezusammensetzung zu einer pathogeneren Plaque hin^{52,54,135}. *Mizrahi* zeigte einen deutlichen Zusammenhang zwischen schlechter Mundhygiene und hoher Karies- bzw. Initiailläsionsrate⁵⁷.

2. Die Wirkung des CHX über das hier gewählte Applikationsintervall von 3 Monaten war sehr gering, sodass der Einfluss des CHX auf die White Spot-Entstehung als minimal anzusehen ist. *Øgaard* et al. konnten in einer Studie an Multibracket-Patienten zwar eine signifikante Bakterienreduktion durch CHX erzielen, verglichen mit der Kontrollgruppe, die einen Placebolack erhielt, gab es bezogen auf die White Spot-Entstehung jedoch keine Unterschiede²⁹¹.

3. Ein Großteil der Studienteilnehmer befand sich – wie schon erwähnt – in einem Alter (Durchschnittsalter von 14,1 Jahren), indem die häusliche Zahnpflege oftmals keinen hohen Stellenwert hat^{49,50}. Zudem zeigt das Kariesrisiko eine gewisse Altersabhängigkeit, so ist das Risiko zwischen dem 10 und 15. Lebensjahr besonders hoch, da sich viele Zähne im Durchbruch befinden und somit nur unzureichend der Zahnreinigung zugänglich sind⁴⁸. Zudem ist die sekundäre Schmelzhärtung noch nicht abgeschlossen.

4. Eine differenzialdiagnostische Abgrenzung von White Spots zu Schmelzhypoplasien bzw. Fluorosen ist in Ausnahmefällen schwierig, sind es doch gerade hypoplastische Zähne, an denen Initiailläsionen leicht entstehen können. Allerdings erfolgte die Einteilung zu Studienbeginn und am Ende durch denselben Untersucher, was zumindest dieselbe (Fehl-)Einschätzung vermuten lässt.

5. Die Gewichtung des hier verwendeten Scores führt fast unweigerlich zu einer hoch signifikanten Zunahme des Scores im Untersuchungszeitraum, da ein Wert von 6 (eine Demineralisation musste mit einer Füllung versorgt werden) nur zum Zeitpunkt T2 vergeben wurde.

Fornell und *Twetman* konnten in einer Untersuchung einen engen Zusammenhang zwischen in Bissflügelaufnahmen diagnostizierten initialen approximalen Läsionen und während einer

Multibracket-Therapie entstehenden bukkalen White Spots herstellen. Demnach stellen vor Beginn der Multibracket-Therapie angefertigte Bissflügelaufnahmen eine gute Methode dar, um jene Patienten herauszufiltern, bei denen das Risiko besonders hoch ist, über die approximal nicht sichtbaren initialen Läsionen hinaus White Spots zu entwickeln¹¹⁵.

Bissflügelaufnahmen sind oftmals sinnvoll zur Kariesdiagnostik, nichtsdestotrotz stellen sie eine Strahlenbelastung dar. Zudem kann in Frage gestellt werden, welche therapeutischen Konsequenzen aus einem erhöhten White Spot-Risiko gezogen werden können. Zumindest solange es sich um ein mitarbeitersunabhängiges Prophylaxekonzept handeln soll, ist ein engmaschigeres Prophylaxekonzept als das in dieser Studie beschriebene im 4-Wochen-Rhythmus, kaum möglich.

Ein kürzeres als das in dieser Studie verwendete 12-Wochen-Applikationsintervall des CHX, würde sicher dazu beitragen, die Anzahl der Bakterien über einen längeren Zeitraum niedrig zu halten.

LKG-Spalt-Patienten haben oft schwerwiegende Zahnfehlstellungen, sodass eine Behandlung mit festsitzenden Hilfsmitteln über mehrere Jahre obligat ist. Als Konsequenz eines hohen Kariesrisikos eine Multibracket-Therapie nicht durchzuführen, ist bei einigen der hier untersuchten Patienten nicht möglich. Gleichwohl gilt es, wenn möglich, abzuwägen, ob in einigen Fällen eine Patientenselektion auf der Grundlage der häuslichen Zahnreinigung vor Beginn der festsitzenden kieferorthopädischen Therapie Sinn macht.

6.3.5 Speicheltests bzw. Speichelkeimzahlen

Die in der Literatur zu findenden Aussagen bezüglich Speichelkeimzahlen bei LKG-Spalt-Patienten variieren. *Kirchberg* et al. fanden eine erhöhte Anzahl an Mutans Streptokokken und Laktobazillen verglichen mit „Nicht-Spalt-Patienten“⁷⁶. *Lucas* et al. sowie *Costa* und Mitarbeiter konnten hingegen keine Unterschiede finden^{81,286}. Allerdings ist zu bedenken, dass die Studie von *Lucas* et al. in England an 3-15-Jährigen, die Studie von *Costa* et al. in Brasilien an 5-6-Jährigen und die Studie von *Kirchberg* et al. in Deutschland an 6-12-Jährigen stattfand. Die in der vorliegenden Untersuchung ermittelten Speichelkeimzahlen entsprechen eher den Ergebnissen von *Kirchberg* et al., denn bezogen auf Mutans Streptokokken gehörten 76 % aller Probanden zu den KBE-Graden 2 oder 3, bei den Laktobazillen gehörten sogar 83 % zu den KBE-Graden 3 oder 4. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass es sich bei der hier untersuchten Klientel ausschließlich um LKG-Spalt-Patienten **mit** Multibracket-Apparatur handelte. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die

Zahl der Speichelbakterien durch die vielen zusätzlichen Retentionsnischen – verursacht durch Brackets, Bänder und Bögen – erhöht wurde.

Selbst bei sehr guter häuslicher Zahnpflege ist es LKG-Spalt-Patienten schlecht möglich, auf die nasale Mikroflora positiv Einfluss zu nehmen. Interessant wäre ein Vergleich der Wirksamkeit der CHX-Präparate von Probanden mit und ohne LKG-Spalte, jedoch **ohne** Multibracket-Apparatur gewesen. Leider existieren in der Literatur keine Angaben darüber.

6.3.6 Diskussion zur Wirksamkeit der CHX-Präparate

An der Wirksamkeit von CHX besteht kein Zweifel. Zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen haben dies bewiesen ^{184,186,279-282}.

Wallman und *Birkhed* untersuchten und verglichen die Wirksamkeit von Chlorhexamed-Gel und Cervitec-Lack auf Mutans Streptokokken an Restaurationsrändern. Es zeigte sich, dass das CHX-Gel mit einem Applikationsmodus von 6 x 5 min in 2 Tagen effektiver war als der Lack, der zweimal in 3-4 Tagen aufgetragen wurde ²¹⁸. Cervitec ist ein 1%iger CHX-Lack, das in der vorliegenden Studie verwendete EC40 hingegen ein 40%iger Lack. Zieht man die Ergebnisse einer Studie von *Attin* et al. hinzu ²³⁶, bei der die Wirksamkeit von EC40- und Cervitec-Lack verglichen wurden, so kann von einer ähnlichen Wirksamkeit von EC40-Lack- und Chlorhexamed-Gel ausgegangen werden. In der erwähnten Studie von *Attin* et al. konnten beide Adjuvanzien die Mutans Streptokokken-Zahlen signifikant reduzieren. Die 4 und 12 Wochen nach der Applikation untersuchte Wirksamkeit des EC40-Lacks war jedoch deutlich besser als die des Cervitecs. Cervitec wurde 2-mal in 2 Wochen, EC40 je nach Mutans Streptokokken-Konzentration eine Woche nach der ersten Anwendung 1- oder 2-mal aufgetragen.

Die Autoren schlussfolgerten, dass die CHX-Konzentration von Cervitec zu gering sei und die Adhäsion des CHX am Zahn insuffizient sei. EC40 hingegen tötete fast alle Mutans Streptokokken ab, sodass es nur langsam zu einer Rekolonisation kam. In elektronenmikroskopischen Bildern konnten EC40-Lack-Partikel **nach** dem Entfernen des Lackes in Schmelzsprünge gefunden werden ²³⁶. Somit scheint eine längerfristige Wirkung des EC40 – sogar nach dem Entfernen des Großteils des EC40 – möglich. In der vorliegenden Studie konnte das EC40 leider keinen länger nachweisbaren bakteriziden Effekt erzielen, dies lässt sich durch die vielen Retentionsnischen, die zum Teil vorhandene oro-nasale Verbindung sowie eine zumeist schlechte häusliche Zahnpflege erklären.

Zickert et al. erreichten in der *Möln dal*-Studie mittels Applikation von 1%igem CHX-Gel bei Kindern mit hohem Kariesrisiko eine Reduktion des Karieszuwachses um 81 %. Das Gel

wurde jedoch sehr häufig angewendet, die klinische Wirkung hielt hier weniger als 6 Wochen an¹²⁵.

Twetman und *Petersson* verglichen die Wirksamkeit dreier verschiedener CHX-Präparate auf Mutans Streptokokken. Gruppe A erhielt eine Lack-Behandlung mit einer Mischung aus CHX und Thymol dreimal innerhalb von 2 Wochen (nur die approximalen Flächen der Molaren und Milchmolaren wurden mit dem Lack behandelt). Gruppe B erhielt eine 1%ige CHX-Gel-Behandlung dreimal innerhalb von 2 Wochen (es wurden ebenfalls nur die approximalen Flächen der Molaren und Milchmolaren mit CHX behandelt). Die Probanden der Gruppe C putzten einmal täglich die Zähne mit 0,4%iger CHX-Zahnpasta über einen Zeitraum von einem Monat. Ein bzw. drei Monate nach Ende der CHX-Anwendung wurden Plaque- und Speichelproben auf Mutans Streptokokken untersucht.

Die Bakterienreduktion nahm vom Zähneputzen mit CHX-Paste über die CHX-Gel-Anwendung zur CHX/Thymol-Lack-Applikation hin ab. Drei Monaten nach der CHX-Anwendung konnte nur in der Gruppe C (CHX-Zahnpasta) eine signifikante Bakterienreduktion gefunden werden²³³.

Die Ergebnisse der *Twetman*-Studie lassen in Bezug auf die in dieser Arbeit beschriebenen CHX-Darreichungsformen einige Schlüsse zu:

1. Eine häufige Applikation von CHX ist sinnvoll.
2. Dabei ist eine bessere Wirkung mithilfe eines(r) niedrig konzentrierten CHX-Gels/Paste bei einmal täglicher Anwendung zu erzielen als mit einer selteneren Applikation eines höher konzentrierten Präparates.

Da bei der hier vorliegenden Studie Kariesfreiheit weitgehend unabhängig von der Mitarbeit der Patienten erhalten werden sollte, konnten diese Erkenntnisse aber leider keine Verwendung finden. Die Ergebnisse des Papillen-Blutungs-Index machen deutlich, dass die häusliche Zahnpflege keinen hohen Stellenwert bei der untersuchten Klientel einnimmt. Somit kann davon ausgegangen werden, dass eine selbstständige tägliche Anwendung eines CHX-Präparates über einen längeren Zeitraum nicht erfolgen würde.

Pienihäkkinen und Mitarbeiter kamen in einer klinischen Studie zu dem Resultat, dass ein einmaliges Anwenden des EC40-CHX-Lackes einen gleichen oder sogar länger wirkenden Effekt auf die Reduktion der Mutans Streptokokken hat als eine dreimalige Anwendung eines Gels aus 1 %-CHX und 0,2 %-NaF²¹⁷. Dieser Effekt konnte in der hier beschriebenen Arbeit nicht erzielt werden, zu keinem Zeitpunkt der Studie konnte eine weitreichende Bakterienreduktion durch EC40 festgestellt werden.

Du et al. konnten in ihrer Studie bei einem halbjährlichen Applikationsintervall eines 40%igen CHX-Lackes eine 37,3%ige Kariesreduktion verglichen mit der Kontrollgruppe erzielen ²⁹².

De Soet et al. ist dies in ihrer Studie über einen 30-monatigen Zeitraum bei einem halbjährlichen Applikationsintervall von EC40-Lack nicht gelungen, ein Rückgang der Anzahl der Mutans Streptokokken und des Kariesinkrements konnte nicht festgestellt werden ²³⁸. Ein Intervall von 6 Monaten scheint demnach zu lang zu sein, um einen längerfristigen Effekt zu erzielen. Die eigenen Ergebnisse zeigen, dass ein Applikationsintervall von 3 Monaten für LKG-Spalt-Patienten mit Multibracket-Apparatur noch zu lang ist.

Hildebrandt et al. untersuchten die Wirksamkeit eines CHX-Lacks. Dieser wurde an 7 aufeinander folgenden Tagen auf die Zähne aufgetragen und verweilte dort für 7 Stunden unter einer Tiefziehschiene. Die Mutans Streptokokken-Zahl konnte über einen Zeitraum von 3 Monaten ohne Nachbehandlung signifikant reduziert werden ²²⁹. Diese Methode stellt eine sichere Methode dar, um die Mutans Streptokokken längerfristig zu reduzieren. Leider ist man bei dieser Art der CHX-Anwendung sehr stark von der Mitarbeit der Probanden abhängig, sodass diese Art des Studiendesigns nicht in Betracht gezogen wurde.

Allen bis jetzt zitierten Studien ist gemein, dass Probanden ohne festsitzende Apparatur teilnahmen. Daher ist ein unmittelbarer Vergleich mit den Ergebnissen der beschriebenen Studie nicht möglich. Vielmehr zeigen diese Studien, dass CHX sehr wirksam sein kann, dass die Applikationsfrequenz sehr wichtig ist und die Konzentration des CHX von großer Bedeutung ist.

Die nachfolgend zitierten Studien sind alle CHX-Studien mit Multibracket-Probanden. Daher erlauben sie etwas bessere Vergleiche mit der hier vorliegenden Arbeit. Es soll jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass es keine Studien zu CHX bei Spalt-Patienten gibt.

Jenatschke et al. untersuchten die Wirksamkeit von EC40 bei Multibracket-Patienten. Eine signifikante Absenkung der Mutans Streptokokken konnte bei einem EC40-Lack-Applikationsintervall von 8 Wochen temporär (über einen Zeitraum von 21 Monaten) bewirkt werden; gegen Ende der Studie stieg die Mutans Streptokokken-Zahl wieder auf das Ausgangsniveau an. Im Gegensatz zu den Ergebnissen dieser Arbeit konnten *Jenatschke et al.* zumindest für 21 Monate eine signifikante Bakterienreduktion erzielen, doch der Einfluss dieser Bakterienreduktion auf die Kariesentstehung war eher gering. Denn eine Zunahme des DMF/S-Index konnte nicht verhindert werden ¹³⁵. Diese Ergebnisse und die selbst gefundenen Ergebnisse machen deutlich, dass es bei Multibracket-Patienten schwieriger ist,

eine länger anhaltende Bakterienreduktion zu erzielen. In der vorliegenden Arbeit konnte fast keine Bakterienreduktion beobachtet werden. Trotzdem ist davon auszugehen, dass das CHX gewirkt hat. Lediglich der vierwöchige Abstand zur Speichelkeimzahlbestimmung war wohl zu lang, um noch einen Effekt feststellen zu können. Die Rekolonisation scheint bei Multibracket-LKG-Patienten sehr schnell voranzuschreiten, sodass ein sehr enges CHX-Applikationsintervall nötig ist. Zudem ist bei dem Auftragen des CHX-Lackes große Sorgfalt geboten, so sollten möglichst alle Nischen und Retentionsstellen inklusive der Brackets und Bänder mit dem Lack benetzt werden. Sofern auf den mit CHX-Gel gefüllten Trägerschienen leichte Kaubewegungen durchgeführt werden, scheint eine lückenlose Benetzung aller Nischen und Retentionsstellen eher möglich als mit dem CHX-Lack.

Sandham und Mitarbeiter untersuchten die Effektivität von 10%igem und 20%igem CHX-Lack (Applikationsmodus einmal wöchentlich für 4 Wochen) bei Kindern, die einen Monat nach der Applikation eine Multibracket-Apparatur erhielten. Trotz Einbringens der Multibracket-Apparatur war die Anzahl der Mutans Streptokokken signifikant niedriger als bei der Basisuntersuchung, und das über 7 Monate hinweg²²⁷. Der Ansatz, vor der Eingliederung einer festsitzenden Apparatur möglichst viele Bakterien abzutöten, scheint den Ergebnissen von *Sandham* und Mitarbeitern zufolge viel versprechend zu sein. Das Studiendesign der vorliegenden Studie ließ einen 4-wöchentlichen Applikationsmodus vor der Multibracket-Therapie nicht zu; alle Probanden hatten bei Beginn der Studie bereits Brackets und Bänder. Zudem ist fragwürdig, ob die Vielzahl der Probanden einverstanden gewesen wäre, 4-mal in 4 Wochen zur CHX-Applikation in die Klinik zu kommen, da ein Anfahrtsweg von mehreren Stunden keine Seltenheit war.

Lundström und *Krasse* konnten in einer klinischen Studie an Multibracket-Patienten feststellen, dass es trotz festsitzender Zahnspange mit CHX möglich ist, die Mutans Streptokokken-Zahlen signifikant zu reduzieren. Allerdings erfolgte häufig nach kurzer Zeit eine Rekolonisation, sodass *Lundström* und *Krasse* eine häufige Kontrolle der Bakterienzahlen vorgeschlagen haben¹²⁴. Konnte mit der CHX-Gel-Schienen-Applikation (3-mal 5 Minuten) 2-mal in 2-4 Tagen kein Effekt erzielt werden, so wurden die Probanden angewiesen, zusätzlich mit einer 0,2%igen CHX-Spüllösung einmal täglich zu spülen. Dieser Ansatz einer Kombination aus einer mitarbeitsabhängigen und einer mitarbeitsunabhängigen CHX-Anwendung ist sicherlich sinnvoll, macht eine Einschätzung der Ergebnisse jedoch schwierig, da nicht sicher festzustellen ist, welcher Proband die CHX-Spülung tatsächlich nutzt und welcher nicht. Besonders bei Spalt-Patienten, die häufig aus den unteren sozialen Schichten kommen, kann nicht von einer täglichen Anwendung ausgegangen werden.

In der Literatur besteht Konsens darüber, dass CHX auf Laktobazillen nicht oder nur sehr wenig wirkt^{236, 218, 229, 124, 125}.

Im Lichte der vorstehend skizzierten Arbeiten war eine gute Wirksamkeit des CHX in beiden Untersuchungsgruppen der vorliegenden Arbeit auf Mutans Streptokokken zu erwarten, aber keine oder nur eine geringe Wirkung auf Laktobazillen.

In der hier untersuchten Klientel (LKG-Spalt-Patienten mit Multibracket-Apparatur) war dies jedoch bezogen auf Mutans Streptokokken nicht der Fall. Wie aus den Abbildungen 26 und 27 ersichtlich wird, erzielten weder das Chlorhexamed-Gel noch der EC40-Lack einen längerfristigen bakteriziden Effekt. Dies ist umso mehr erstaunlich, da neben den CHX-Anwendungen zusätzlich alle 4 Wochen eine professionelle Zahnreinigung erfolgte.

Lediglich bei jenen Speicheltests, die 4 Wochen nach der CHX-Gel-Anwendung stattfanden, konnte eine Tendenz zu geringeren Mutans Streptokokken-Zahlen beobachtet werden (Säulen zwischen dem 2. und 3. sowie zwischen dem 5. und 6. Termin). Dieser bakterizide Effekt ist jedoch nicht mit dem in der Literatur beschriebenen bakterienabtötenden Effekt von CHX-Gel vergleichbar. Wäre ein stärkerer bakterizider Effekt eingetreten, so hätte der Säulenanteil unterhalb der roten Linie stärker zunehmen müssen.

Wie aus den Abbildungen 27 und 29 ersichtlich wird, lässt sich auch beim EC40 kein starker längerfristiger bakterizider Effekt nachweisen, schon gar nicht lang anhaltend.

Folgende Gründe sind für die minimale Wirkung der CHX-Präparate in Betracht zu ziehen:

1. Mutans Streptokokken bestehen aus vielen Subspezies, von denen einige möglicherweise mehr und andere weniger auf CHX reagieren.
2. Die sich zum Teil schon über einen längeren Zeitraum im Mund befindenden Multibracket-Apparaturen führten unter Umständen zu einem starken Anstieg der Mutans Streptokokken-Zahlen, sodass es zwar zu einer Verminderung der Bakterienzahl gekommen ist, diese jedoch nicht ausreichte, um bei den Keimzahlklassen (KBE) niedriger eingestuft zu werden bzw. den Schwellenwert zur nächst geringeren Keimzahlklasse zu erreichen.
3. Die vielen Retentionsnischen an Brackets, Bändern und Füllungsrandern machen es im Vergleich zu Patienten ohne Multibracket-Apparaturen deutlich schwerer, alle Bakterien mit CHX zu benetzen.
4. Das bei einem Teil der Probanden vorhandene Restloch am Gaumen führte zu einer rasanten Rekolonisation mit Bakterien. *Arief* et al. konnten in ihrer Studie nachweisen, dass sich die Zahl der Bakterien nach dem operativen Verschluss des Gaumens reduziert²⁹³.
5. Der häufig zerklüftete Gaumen stellt eine Retentionsnische dar, die von CHX – unabhängig von der Darreichungsform – unerreicht bleibt, außer die Tiefziehschienen wären

gaumenbedeckend gewesen. Aufgrund der Geschmacksirritationen bzw. des zum Teil vorhandenen Restlochs wurde jedoch von derartigen Schienen kein Gebrauch gemacht.

6. Während der Studie entstand bei einigen Patienten trotz stets stattfindender Remotivation der Eindruck, als hätten sich die Probanden weitgehend auf die monatliche Prophylaxe verlassen und ihre häusliche Mundhygiene vernachlässigt. Somit konnten sich die Bakterien schnell erneut vermehren, sodass der Effekt des CHX abgeschwächt wurde.

7. Die Mitarbeit der LKG-Spalt-Patienten lässt oft zu wünschen übrig. Das soziale Umfeld sowie eine sich langsam einstellende Behandlungsmüdigkeit nach jahrelanger kieferorthopädischer und kieferchirurgischer Betreuung münden häufig in eine schlechte häusliche Zahnpflege²⁹⁴.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie das Kariesrisiko bei LKG-Spalt-Patienten mit Multibracket-Apparatur vermindert werden kann? Welche Möglichkeiten gibt es, um die Wirksamkeit des CHX bei LKG-Spalt-Patienten mit Multibracket-Apparatur zu optimieren? Es gibt keine anderen vergleichbar gut antibakteriell wirkenden Adjuvanzien; weder Sanguinarin, Triclosan noch Phenolderivate (Listerine) erreichen den bakteriziden Effekt von Chlorhexidin^{179,279}.

CHX-Darreichungsformen, die nicht von Fachpersonal anzuwenden sind, wie Mundspüllösungen und Sprays, können – sofern sie regelmäßig genutzt werden – die Bakterienzahl reduzieren. Die tägliche Anwendung stellt die Patienten erfahrungsgemäß vor eine Herausforderung, denn der meist schlechte Geschmack führt häufig dazu, dass das CHX nicht den Empfehlungen der Zahnärzte entsprechend angewendet wird. Eine Kombination aus mitarbeitsunabhängigen und mitarbeitsabhängigen CHX-Darreichungsformen würde den bakteriziden Effekt des CHX zumindest bei den kooperativen Patienten verstärken, jedoch würde die Interpretation der Ergebnisse erschwert, da keine Kontrolle über die tägliche Anwendung des CHX möglich wäre.

Höher konzentrierte CHX-Präparate wären möglicherweise wirksamer, sind aber nicht als gebrauchsfertige Produkte auf dem Markt erhältlich und verstärken den ohnehin schon schlechten Geschmack, was die in dieser Studie mäßige Akzeptanz des CHX-Gels zusätzlich verringern würde. Es bleibt daher also nur eine Änderung der CHX-Applikationsintervalle. Dies bedeutet entweder eine generelle Verkürzung der dreimonatigen Abstände oder aber eine individuelle Anpassung an aktuelle Speichelkeimzahlen, ähnlich wie dies in der *Möln dal*-Studie erfolgte¹²⁵. Allerdings ist zu bedenken, dass eine Verkürzung der Applikationsintervalle je nach Speichelkeimzahlen ohne zusätzliche Termine neben den kieferorthopädischen Kontrollterminen nur bedingt möglich ist. So ist eine Frequenz von 8

Wochen (bei einem 4-wöchigen kieferorthopädischen Termin-Rhythmus) für die CHX-Anwendung das Minimum, sofern die Speichelkeimzahlen vor erneuter CHX-Anwendung bestimmt werden sollen.

Der Effekt des CHX in den hier angewendeten Darreichungsformen und -frequenzen ist nicht nur bezogen auf die Speichelbakterienzahlen, sondern auch hinsichtlich der Kariesentstehung gering, denn selbst jene Probanden wiesen eine Zunahme des DMF/S-Index auf, bei denen es im Untersuchungszeitraum zu einer Bakterienreduktion gekommen war. Um eine Zunahme des DMF/S-Index verhindern zu können, scheint eine häufigere Applikation des CHX nötig.

6.3.7 Diskussion des Zusammenhangs geringe Bakterienzahlen – geringes Kariesrisiko

Die eigenen Resultate zeigen, dass es einen schwachen jedoch nicht signifikanten Zusammenhang zwischen den Mutans Streptokokken-Zahlen und dem DMF/S-Wert zum Zeitpunkt T1 gibt (siehe Kapitel 5.7, Seite 61). Es zeigt sich jedoch auch, dass das Kariesinkrement im Studienverlauf in der Gruppe mit geringen Mutans Streptokokken nicht kleiner war als in der Gruppe mit vielen Bakterien.

Dass Mikroorganismen, insbesondere Mutans Streptokokken und Laktobazillen, bei der Entstehung von Karies eine entscheidende Rolle spielen, steht außer Frage²⁰⁰. Trotzdem ist das Kariesinkrement der Patienten mit geringen Bakterienzahlen in etwa genau so groß gewesen wie das der Patienten mit hohen Bakterienzahlen.

Hahn stellte fest, dass es bei Einzelpersonen im Gegensatz zu größeren Populationen nur eingeschränkt möglich ist, eine Korrelation zwischen Karieszuwachs und mikrobiologisch registrierter Kariesaktivität nachzuweisen¹²⁰. Dies spiegelt sich auch in der vorliegenden Studie wider. Denn die Zunahme des DMF/S-Index bei Probanden mit geringen Speichelkeimzahlen unterschied sich nicht von denen, mit hohen Speichelkeimzahlen. Es handelte sich bei den Studienteilnehmern zwar nicht um eine Einzelperson, 68 Probanden reichen demnach nicht aus, um einen statistischen Zusammenhang feststellen zu können.

Bose und *Ott* kamen zu dem Ergebnis, dass eine individuelle Kariesprognose mit Speicheltests sehr unsicher ist, die Sensitivität und die Spezifität sind zu klein und die intraindividuellen Schwankungen zu groß. Eine Kombination mehrerer Befunde ermöglicht hingegen eine genauere Aussage¹⁰⁰. Die in dieser Studie gefundenen Ergebnisse zum Zusammenhang geringe Bakterienzahlen – geringes Kariesrisiko bestätigen die Aussagen von *Bose* und *Ott*.

Andererseits geht nach *Köhler et al.* der Kariesentwicklung eine Infektion mit *S. mutans* voraus. Hochgradig mit Mutans Streptokokken infizierte Probanden entwickeln mehr Karies als solche mit einem niedrigen Level ¹²⁷.

In der hier beschriebenen Studie dienten die Speicheltests nicht der Kariesrisiko-Bestimmung sondern der Kontrolle des Erfolgs des Prophylaxeprogramms.

Nach *Kleinfelder* und *Kirchner* sollten Speichelkeimzahlen nicht zur Beurteilung der Kariesanfälligkeit eines einzelnen Individuums herangezogen werden ¹⁰¹.

Wird jedoch ein großes Patientenkollektiv nach der Karieshäufigkeit in Gruppen mit hohem- bzw. niedrigem Kariesrisikos aufgeteilt, so findet man in diesen Gruppen signifikante Unterschiede bezüglich der Speichelkeimzahlen/ -konzentration ¹⁰¹. In der vorliegenden Studie konnte zwar kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen einer geringen Anzahl an Bakterien und der Höhe des DMF/S-Index festgestellt werden, der p-Wert von 0,07 deutet jedoch einen Zusammenhang an (siehe Kapitel 5.7, Seite 62). Es bleibt spekulativ, wie sich dieses Ergebnis bei einer höheren Anzahl an Studienteilnehmern geändert hätte. Da jedoch fast alle mit einer Multibracket-Apparatur behandelten LKG-Patienten der kieferorthopädischen Abteilung der Charité an dieser Studie teilgenommen haben, war es nicht möglich, die Fallzahl zu erhöhen.

Aus den hier beschriebenen Studien ^{100,101,120,127} sowie den eigenen Resultaten wird deutlich, dass es schwierig ist, anhand der Bakterienzahl auf das Kariesrisiko zu schließen.

Insbesondere die Tatsache, dass zu Beginn der Untersuchung ein gewisser Zusammenhang gefunden werden konnte, dieser sich jedoch im Verlauf der Studie nicht bestätigte, und kein Zusammenhang Bakterienzahl und Kariesinkrement bestand, macht eine eindeutige positive Aussage unmöglich. Nichtsdestotrotz machen Speicheltests im Rahmen eines Prophylaxeprogramms Sinn, dienen sie doch nicht der Kariesrisiko-Bestimmung, sondern der Kontrolle des Prophylaxeprogramms. Die Frequenz der Speicheltests sollte überdacht werden; ein zeitlicher Abstand von 4 Wochen, wie in dieser Studie, scheint zu lang zu sein, um einen Effekt des CHX zu erkennen. *Ruppert* und *Schlagenhauf* empfehlen Speicheltests zur Kontrolle der Wirksamkeit von CHX eine Woche nach der CHX-Anwendung ²⁰⁰. Da das Studiendesign weitestgehend von der Mitarbeit unabhängig sein sollte und die Speicheltests an die kieferorthopädischen Kontrolltermine gekoppelt waren, konnten keine Speicheltests eine Woche nach CHX-Applikation durchgeführt werden.

6.3.8 Diskussion zur Wirksamkeit des Fluorids

In dem in dieser Studie beschriebenen Prophylaxeprogramm wurden zwei CHX-Präparate bezüglich ihrer Wirksamkeit verglichen, das verwendete Fluorid (Fluoridin) wurde beiden Gruppen zugeführt. Somit besteht im Gegensatz zur CHX-Wirkung nicht die Möglichkeit, die Wirksamkeit des Fluorids zwischen beiden Gruppen zu vergleichen. Zudem ist es problematisch, die Wirkung des Fluorids isoliert von der CHX-Wirkung zu betrachten. Vielmehr kann nur eine generelle Aussage zur Effektivität des Fluorids in der hier untersuchten Klientel gemacht werden. Wie aus den Abbildungen 26 bis 29 ersichtlich wird, ist der bakterizide Effekt des Fluorids ähnlich wie schon bei den CHX-Präparaten sehr gering. Mit den Speicheltests, die 4 Wochen nach der Fluoridapplikation vorgenommen wurden, hätte der bakterienabtötende Effekt am ehesten sichtbar werden können (Säulen zwischen dem 3. und 4., 4. und 5., 7. und 8. sowie 10. und 11. Termin). Doch auch dort ist keine wesentliche Bakterienreduktion erkennbar, anscheinend hielt der Fluorid-Effekt kürzer als 4 Wochen an. Über den gesamten Studienzeitraum blieben die Mutans Streptokokken- und Laktobazillen-Zahlen relativ konstant. Wie aus den Ergebnissen des DMF/S-Index und des WSL-Index ersichtlich ist, war der kariesinhibitorische Effekt des Fluorids gering. Zwar ist ein Vergleich mit einer unbehandelten Kontrollgruppe nicht möglich, sodass nicht auszuschließen ist, dass ohne lokale regelmäßige Fluoridapplikation noch mehr Karies entstanden wäre. Doch allein die Tatsache, dass es im Studienzeitraum zu einer Zunahme des DMF/S-Index um fast 4 Flächen gekommen ist, macht deutlich, wie hoch das Kariesrisiko dieser Patientengruppe und wie begrenzt die Wirkung des Fluorids gewesen ist. *Axelsson* erzielte mit einem Prophylaxe-Programm bestehend aus professioneller Zahnreinigung, Fluoridlack und Fissurenversiegelungen wesentlich bessere und vielversprechendere Ergebnisse: So waren die 3-Jährigen zu 91 % statt zu 30 % kariesfrei, die 6-Jährigen zu 60 % statt 20 % kariesfrei, bei den 6 bis 19-Jährigen, kam es zu einer DF-S Reduktion um 60-80 %. Allerdings unterschied sich die Klientel grundlegend von der in der vorliegenden Studie. Denn es handelte sich weder um Multibracket- noch um LKG-Spalt-Patienten. Als Verbesserungsvorschlag für zukünftige Studien bietet sich Titantetrafluorid an. Untersuchungen von *Tezel et al.* haben gezeigt, dass Titantetrafluorid besser wirkt als Elmex-Gele und Duraphat²⁹⁵. Jedoch ist zu beachten, dass es zurzeit kein derartiges Fluorid-Präparat käuflich zu erwerben gibt, und die Verarbeitung relativ kompliziert ist. Das Risiko von White Spots lässt sich zudem durch die Verwendung fluoridhaltiger Bracketadhäsive

bzw. Glasionomerzemente vermindern ^{296,297}. Nachteilig dabei ist, dass die Verlustrate der Brackets im Vergleich zu nicht fluoridhaltigen Bracketadäsiven erhöht ist ^{298,299}.

Mithilfe der Bracketumfeldversiegelung soll es möglich sein, den Bereich um das Bracket herum, vor Demineralisationen zu schützen. Es bleibt abzuwarten, ob durch eine derartige Umfeldversiegelung der gesamte Zahn geschützt wird, oder ob es lediglich zu einer Verschiebung des Risikobereichs in die Approximalräume und Zervikalflächen kommt.