

IOK Informationen aus Orthodontie & Kieferorthopädie

2020
52. Jahrgang
Seite 211–218

Sonderdruck

**Wirkungsweise von
Fluoriden:
Allgemeine Aspekte –
Festsitzende
KFO-Apparaturen:
Karies und Prophylaxe**

*Adrian Lussi
Rengin Attin*

Copyright & Ownership

© 2020. Thieme.
All rights reserved.
Die Zeitschrift
*Informationen aus
Orthodontie &
Kieferorthopädie* ist
Eigentum von Thieme.
Georg Thieme Verlag KG,
Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart,
Germany
ISSN 0020-0336

Wirkungsweise von Fluoriden: Allgemeine Aspekte – Festsitzende KFO-Apparaturen: Karies und Prophylaxe

Effects of Fluorides: General Aspects – Fixed Orthodontic Appliances: Caries and Prophylaxis

Autoren

Adrian Lussi¹, Rengin Attin²

Institute

- 1 Klinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie, Universitätsklinikum Freiburg, Deutschland und Zahnmedizinische Kliniken der Universität Bern, Schweiz
- 2 Zentrum für Zahnmedizin, Klinik für Kieferorthopädie und Kinderzahnmedizin, Universität Zürich, Schweiz

Schlüsselwörter

Fluoride, Karies, Prophylaxe, Guided Biofilm Therapy (GBT)

Key words

Fluorides, Caries, Prophylaxis, Guided Biofilm Therapy (GBT)

Bibliografie

Inf Orthod Kieferorthop 2020; 52: 211–218

DOI 10.1055/a-1200-5821

ISSN 0020-0336

© 2020, Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Professor em. Dr. med. dent Adrian Lussi

Dipl. Chem. Ing. ETH

Lindhaldenstrasse 95

CH-3076 Worb

Schweiz

adrian.lussi@zmk.unibe.ch

ZUSAMMENFASSUNG

Schmelz und Dentin bestehen zum größten Teil aus dem harten mineralischen kristallinen Material „Apatit“. Die Zahnoberfläche steht in ständigem Austausch mit ihrer Umgebung: mit dem Speichel, dem Biofilm Plaque und allem, was in den Mund hineingelangt. Dazu gehören kariogene und erosive sowie die Remineralisation fördernde Substanzen.

Stoffe aus der Zahnhartsubstanz werden in die umgebende Flüssigkeit abgegeben und Stoffe aus der Umgebung in den Zahn aufgenommen und in das Kristallgitter eingelagert oder

adsorbiert. Damit die Zähne intakt bleiben, darf nicht mehr Material abgegeben werden als auch wieder eingebaut wird: es herrscht ein dynamisches Gleichgewicht. Um neue Schäden (wie z. B. Karies oder Erosionen) zu verhindern, muss ein für die Zähne günstiges Gleichgewicht aufrechterhalten werden. Dies kann durch entsprechende Ernährung und Mundhygiene entscheidend beeinflusst werden. Auch Fluorid hat durch seine Eigenschaften eine positive Wirkung auf dieses Gleichgewicht. Während kieferorthopädischen Behandlungen kommt es insbesondere im Bereich der Front- und Eckzähne nicht selten zu kariösen Läsionen. Die Brackets sind eine Retentionsstelle für den Biofilm und die üblich verwendeten Hilfsmittel (Zahnbürste mit Zahnpaste zu Hause, Napf mit Paste in der Praxis) erreichen wichtige Stellen nicht. Neue Methoden wie die Guided Biofilm Therapy (GBT) und Hilfsmittel für eine bessere Reinigung der Bracketumgebung werden vorgestellt.

ABSTRACT

Enamel and dentine consist mainly of the hard mineral crystalline material “apatite”. The tooth surface is in constant contact with its environment: with saliva, biofilm plaque and everything entering the mouth. These include cariogenic and erosive substances as well as substances that promote remineralization. Substances from the dental hard tissue are released into the surrounding fluid and substances from the environment are absorbed into the tooth and deposited in or adsorbed on the crystal lattice. In order for the teeth to remain intact, no more material may be released than is re-integrated: a dynamic equilibrium prevails. To prevent new damage (such as caries or erosion), a balance favorable to the teeth must be maintained. This can be decisively influenced by appropriate nutrition and oral hygiene. Fluoride also has a positive effect on this balance due to its properties. During orthodontic treatment, carious lesions often occur, especially in the area of the front and canine teeth. The brackets are a retention site for the biofilm and the commonly used aids (toothbrush with toothpaste at home, bowl with paste in the practice) do not reach important areas. New methods such as Guided Biofilm Therapy (GBT) and aids for a better cleaning of the bracket environment are presented.

Wirkungsweise von Fluoriden: allgemeine Aspekte

Das Zahnmaterial

Die Zahnhartsubstanz besteht aus dem sehr gut mineralisierten Schmelz und dem deutlich mehr organische Material enthaltenden Dentin und Zement. Hauptsächlich – aber nicht ausschließlich – Bestandteil ist Kalziumphosphat, das im Hydroxylapatit (HAP) gebunden ist. Es sind aber noch verschiedene andere Ionen eingebaut. Dies führt zu einem weniger stabilen, leichter löslichem Apatit. Entsprechend steigt damit die Säureanfälligkeit der Schmelz- und der Dentinkristalle. Enthält die Zahnhartsubstanz Fluoridionen (F^-), entsteht Fluorapatit (FAP) oder eine Mischform Fluoridhydroxyapatit (FHAP). Da Fluoridionen im Kristallgitter besser verankert sind als OH-Ionen, kann deren teilweiser Ersatz durch Fluoridionen eine gewisse Stabilisierung der Apatitstruktur bewirken. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass im gesunden menschlichen Zahnschmelz in der äußersten Schmelzschicht durchschnittlich weniger als 5% der OH-Gruppen des HAP durch Fluorid ersetzt. Bereits in einer Tiefe von 50 μm sinkt dieser Anteil deutlich ab.

Fluorid – Wie wirkt es?

Eingelagertes Fluorid macht den Zahnschmelz ein bisschen weniger säurelöslich und schützt damit vor Karies. Dieser Mechanismus ist von untergeordneter Bedeutung. Der beste Schutz bietet das im Speichel oder in der jungen Plaque gelöste Fluorid. Dieses hemmt die Demineralisation und fördert die Remineralisation von Schmelz, Dentin und Zement. Die wichtigste Rolle der Fluoride ist also, die „Kariesbalance“ zwischen Angriff und Abwehr, Verlust und Reparatur zugunsten der Intaktheit des Zahns zu verschieben [1]. Deshalb ist entscheidend, dass die Fluoridzufuhr auf dem für die Kariesprophylaxe erforderlichen Niveau permanent erfolgt. Schon kleine Fluorid-Mengen im Speichel genügen für diesen Mechanismus. Es besteht kein wesentlicher Unterschied in der Wirkung zwischen den verschiedenen Fluoriden (► **Abb. 1**).

Die Dynamik dieses Auflösungsprozesses hängt einerseits von der Zusammensetzung der Schmelz-, Dentin- und Zementkristalle ab, andererseits spielt die bakterielle Zusammensetzung der Plaque eine wichtige Rolle. Dies erklärt die verschiedenen kritischen pH-Werte, ab denen der Auflösungsprozess beginnt (Schmelz ca. 5,5, Dentin ca. 6,5). Es erklärt auch z. T. die Variationen in der Kariesaktivität zwischen Menschen; denn der Kalzium-, Phosphat- oder Fluoridgehalt im Speichel und in der Plaque ist von Mensch zu Mensch verschieden. Die Frequenz der Zuckereinnahme und fehlende Mundhygiene beeinflussen allerdings diese Faktoren und spielen ebenfalls eine wichtige Rolle.

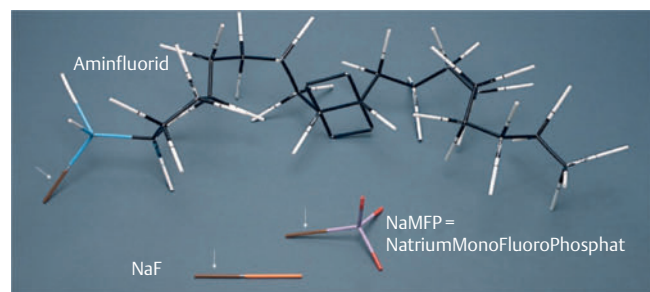
Es ist heute gut nachgewiesen, dass der Kariesrückgang in den Industrieländern während der letzten Jahrzehnte auf der Anwendung von Fluoriden beruht, hauptsächlich durch lokale Fluoridapplikation und hier primär durch Verwendung von fluoridhaltigen Zahnpasten. Auch die Verwendung von fluoridhaltigem Kochsalz erhöht nach dem Konsum den Fluoridgehalt im Speichel.

Die Hemmung der Demineralisation durch Fluorid

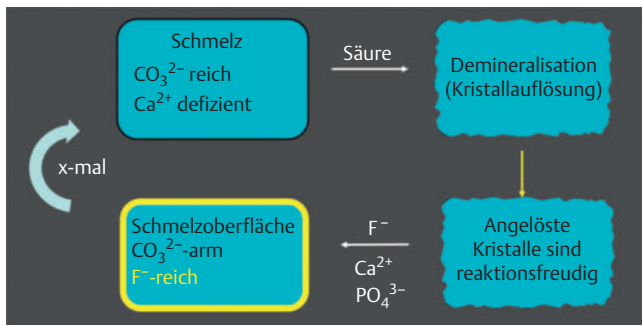
Der Einbau von Fluoriden in die mineralischen Anteile des Schmelzes reduziert dessen Löslichkeit nur in geringem Ausmaß. Hingegen hemmen geringe Mengen von gelösten Fluoriden in der Zahnumgebung die Demineralisation viel effektiver und haben ein weitaus größeres kariesprotektives Potenzial als ein hoher FAP-Anteil im Schmelzmineral. Das wurde an Haifischzahnschmelz gezeigt, der aus fast reinem FAP besteht. Menschlicher gesunder Zahnschmelz enthält im Vergleich dazu deutlich weniger F^- , das sich wie erwähnt vorwiegend in der äußersten Schicht befindet. Beim Haifischzahnschmelz sind bei einem Fluoridgehalt von 32 000 ppm etwa 99% der OH⁻-Stellen im Kristallgitter des Schmelzes durch F^- ersetzt, beim humanen Schmelz hingegen weniger als 5%. In Versuchen entstanden sowohl im Schmelz des Haies als auch im menschlichen Schmelz kariöse Läsionen, wobei die Läsionstiefe im Haifischzahnschmelz etwas kleiner war. Es zeigte sich auch, dass der Mineralverlust im menschlichen Schmelz sogar geringer war als im Haifischschmelz, wenn Schmelz täglich mit einer 0,2%igen Natriumfluorid-Lösung gespült wurde [2]. Damit wurde belegt, dass die frei verfügbaren Fluoridionen in der den Zahn umgebenden Lösung eine weitaus wichtigere Rolle in der Kariesprävention spielen als die im Schmelzkristall eingebauten Fluoride. Dabei stehen die Fluoridionen im dynamischen Gleichgewicht mit den gelösten Fluoriden in der unmittelbaren Schmelzumgebung. Dies führt dann in der Umgebungsflüssigkeit zu einem Gleichgewicht oder einer Übersättigung bezüglich Fluorid(hydroxyl)apatit und dadurch zum Niederschlag von Mineral auf die Zahnoberfläche. Dieser Adsorption der Fluoride auf dem Kristall wird auch ein direkter Schutz vor Demineralisation zugeschrieben. In den unbedeckten Bereichen dagegen kann der Schmelzkristall beim Säureangriff lokal aufgelöst werden. Diese geringen Fluoridkonzentrationen werden auch nach Verzehr von mit fluoridiertem Kochsalz zubereiteten Speisen erreicht, erhöht sich doch der F^- -Gehalt im Speichel signifikant während etwa 30 Min. [3].

Die Förderung der Remineralisation durch Fluorid

Bei einem neutralen pH-Wert von 7 reichen relativ geringe Konzentrationen von Kalziumionen und Phosphationen in der Zahnumgebung aus, um die Zahnhartsubstanz stabil zu halten. Erniedrigt sich der pH-Wert aufgrund der Säureproduktion des Biofilms Plaque, sind höhere Konzentrationen erforderlich, um die Auflösung zu ver-



► **Abb. 1** Verschiedene Fluoridarten. Die Bindungsstelle für F ist mit einem Pfeil gekennzeichnet. Bei Aminfluorid hat der größte Teil des Moleküls tensidische Eigenschaften. Bei den anderen Fluoridverbindungen werden Tenside separat hinzugesetzt.



► **Abb. 2** Nach einem Säureangriff wird der Anteil an stabilem und karbonatarmem FHAP (Fluoridhydroxylapatit) im Schmelz und Dentin auf Kosten des karbonatreichen HAP (Hydroxylapatit) erhöht, sofern in der Umgebung des Kristalls auch Fluorid vorhanden ist.

hindern. Beim pH-Wert in der Plaque von ungefähr 5,5 beginnt eine Untersättigung des Schmelzes, d. h. die Kalziumionen- und Phosphationenkonzentration in der Plaqueflüssigkeit reichen nicht aus, um Schmelz in einem stabilen Gleichgewichtszustand zu halten, woraus die Auflösung von Schmelz resultiert. Fluoridhydroxylapatit (FHAP) und Fluoridapatit (FAP) dagegen bleiben auch noch bei niedrigeren pH-Werten stabil (► **Abb. 2**); hier beginnt die Untersättigung und die daraus folgende Auflösung bei einem pH von ungefähr 4,7. Bei Erhöhung des pH-Wertes wird sich zuerst wieder bezüglich FHAP-Übersättigung einstellen, was bedeutet, dass FHAP und FAP bei der Remineralisation wieder gebildet werden, sofern sich im Speichel gelöstes Fluorid in der Mundhöhle befindet. Folglich wird bei der Remineralisation nach jedem Säureangriff der Anteil an stabilem und karbonatarmem FHAP im Schmelz und Dentin auf Kosten des karbonatreichen HAP erhöht (► **Abb. 2**). Demineralisierte und anschließend remineralisierte Zahnhartsubstanz ist dadurch etwas säureresistenter als unversehrter Zahnschmelz [1].

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Fluoridhydroxylapatit aufgrund seiner niedrigen Löslichkeit auch im leicht sauren pH-Bereich schneller wieder gebildet wird als die anderen Kalziumphosphat-Phasen des Schmelzes, was bedeutet, dass Fluorid die Remineralisation beschleunigt und fördert.

Der Fluoridgehalt im gesunden Schmelz ist geringer als in einer Initialläsion (Kreidefleck), da dieser bereits viele De- und Remineralisationsphasen durchlaufen hat [4]. Die erhöhte Fluoridkonzentration im oberflächlichen Bereich des Kreideflecks beruht zum einen auf der Förderung der Remineralisation durch Fluorid, d. h. auf der Bildung des fluoridreichen Apatits, und zum anderen auch auf einer erhöhten F^- -Aufnahme aufgrund der porösen Oberfläche des Kreideflecks [5]. Demineralisierte Kristalle dienen bei vorhandenem Fluorid als Keim für die Anlagerung von neuem Mineral. Fluorid beschleunigt – wie schon dargelegt – diesen Vorgang, weil schon bei einem tieferen pH-Wert eine Remineralisation möglich ist. Initialläsionen sind also relativ säureresistent und sollen nicht versorgt werden, sofern sie putzbar sind.

Antimikrobielle Wirkung der Fluoride

Fluorid kann in der Zelle die zwei Enzyme Enolase sowie die Protonen ausschleusende Adenosintriphosphatase beeinflussen [6]. Auf-

grund der bisherigen Forschungsergebnisse ist die kariespräventive Wirkung von Fluoriden hinsichtlich der Vorgänge im oralen Biofilm vorhanden, aber nicht von primärer Bedeutung.

Festsitzende kieferorthopädische Apparaturen

Kariesproblematik

Kieferorthopädische festsitzenden Apparaturen, die Multibracket-Apparaturen sowie jede andere kieferorthopädische Intervention, also auch herausnehmbare Apparaturen, können das Kariesrisiko erhöhen [7]. Eine Meta-Analyse stellte fest, dass bei der kieferorthopädischen Behandlung, insbesondere bei Multibracket-Apparaturen, mit einer Kariesprävalenz von durchschnittlich 68 % und einer Inzidenz von 49 % zu rechnen ist [8].

Øgaard und Mitarbeiter konnten zeigen, dass Initialläsionen bei Zähnen mit festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen schon nach 4 Wochen nachweisbar waren [9]. In einer Übersichtsarbeit wurde die Problematik der bei der Behandlung auftretenden Initialläsionen analysiert [10]. Insgesamt wurden 20 Untersuchungen mit total 942 Patienten (mittleres Alter: 16,2 Jahre) einbezogen. Im Durchschnitt hatte ein Patient nach KFO-Behandlung 8,2 Initialläsionen (Spannweite 2,2–45,4). Die Arbeit ging der Frage nach, ob sich diese White-Spot-Läsionen bei zusätzlicher Applikation verschiedener Produkte verbesserten oder sogar rückgängig gemacht werden konnten. Folgende Methoden resp. Produkte wurden angewendet: ACP-CPP („Tooth Mousse“), externe Bleichung, verschiedene Fluorid-Applikationen, Mundspüllösungen, Lacke, Infiltration („Icon“) sowie eine bioaktive Zahnpasta. Hochkonzentrierter Fluoridlack war bei monatlicher Applikation die wirksamste Methode für die Remission der White Spots nach kieferorthopädischer Behandlung.

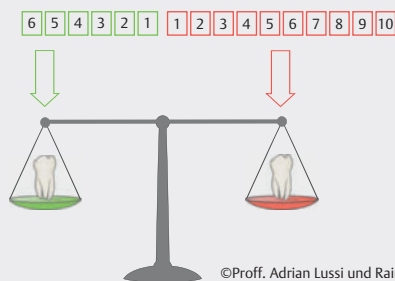
Aus diesen Gründen muss bei der Behandlung von kieferorthopädischen Patienten, auch die Gesunderhaltung der Zähne im Vordergrund stehen. Die einfachste Methode, um eine Karies durch eine kieferorthopädische Behandlung zu vermeiden, ist auf eine festsitzende kieferorthopädische Therapie zu verzichten. Dies sollte tatsächlich bei bestehenden aktiven Initialläsionen oder anhaltend schlechter Mundhygiene bereits im Vorfeld einer festsitzenden Behandlung in Erwägung gezogen werden. Eine Untersuchung konnte zeigen, dass das Demineralisationsrisiko bei Multibracket-Patienten im Alter von 11–15 Jahren signifikant höher war als bei 19–24-jährigen Multibracket-Patienten. In der jüngeren Gruppe wiesen 52 % aller vestibulären Flächen Demineralisationen auf, in der älteren Gruppe waren es nur 7 % [11]. In Fällen mit sehr hohem Kariesrisiko sollte deshalb, wenn möglich, mit einer festsitzenden kieferorthopädischen Behandlung erst nach der Pubertät begonnen werden.

Eine gute Mundhygiene ist auch bei der Prophylaxe bei kieferorthopädischen Patienten sehr wichtig, um Kariesläsionen vorzubeugen. Auch nach der Behandlung muss selbstverständlich eine gute Mundhygiene aufrechterhalten werden und auch PlaqueRetentionstellen, wie z. B. die Retainer, gereinigt werden.

Patient	Datum	
Zahngesundheit beeinflussende Medikamente (zuckerhaltige Medikamente, Sirup usw.) bei «ja» ankreuzen	karieshemmend	kariesfördernd
Kind mit Migrationshintergrund oder niedrigem sozioökonomischen Status bei «ja» ankreuzen		<input type="checkbox"/>
Kieferorthopädische Apparatur bei «ja» ankreuzen		<input type="checkbox"/>
Viel Plaque an Glattflächen 2 Kreuze bei «ja»		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Zuckerimpulse (Snacks, Bonbons usw.) 1 Kreuz ab 4x pro Tag 2 Kreuze ab 6x pro Tag		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Karies (inkl. Kreideflecken), Füllungen in den letzten 2 Jahren 1 Kreuz ab 1x 2 Kreuze ab 2x 3 Kreuze ab 3x		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Mundhygiene mit Fluoridzahnpaste 1 Kreuz ab 1x pro Tag 2 Kreuze ab 2x pro Tag	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Professionelle Prophylaxe 1 Kreuz ab 1x pro Jahr 2 Kreuze ab 2x pro Jahr 3 Kreuze ab 3x pro Jahr	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Zusätzliche präventive Massnahmen (Fluorid-Spülung, Fluorid-Salz, Xylitol usw.) bei «ja» ankreuzen	<input type="checkbox"/>	

Massnahmen zur Reduzierung des Kariesrisikos
(immer zu empfehlen, wenn mehr rot als grün)

- _____
- _____
- _____



► **Abb. 3** Bestimmung des Kariesrisikos: Die totale Anzahl der karieshemmenden Faktoren (grün) und der kariesfördernden Faktoren (rot) und die damit die möglicherweise schiefe Lage der „Karieswaage“ zeigt dem Patienten die Problematik auf. Die Massnahmen, um die Waage ins Gleichgewicht zu bringen, werden gemeinsam besprochen und auf dem Blatt aufgeführt.

Kariesprophylaxe

Diagnostik der Karies, Risikobestimmung sowie Ernährungslenkung

Die ersten Schritte für eine adäquate Prophylaxe ist die Diagnostik der Karies, der Gingivitis/Parodontitis sowie die Bestimmung des Kariesrisikos.

Um das individuelle Kariesrisiko einfach zu bestimmen, kann das in ► **Abb. 3** dargestellte Schema verwendet werden. Es basiert auf den Erkenntnissen von Untersuchungen und Empfehlungen, wie z. B. von der American Dental Association [12]. Die totale Anzahl der karieshemmenden Faktoren (grün) und der kariesfördernden Faktoren (rot) und die damit die möglicherweise schiefe Lage der „Karieswaage“ zeigt dem Patienten die Problematik auf. Die Maß-

nahmen, um die Waage ins Gleichgewicht zu bringen, werden gemeinsam besprochen und auf dem Blatt aufgeführt. Die Risikoanalysen für Kinder unter 6 Jahren und Erwachsene sind ähnlich aufgebaut. Liegt ein hohes Kariesrisiko vor, sollte zunächst auf eine Multibracket-Apparatur verzichtet werden. Die Patienten sollten unter anderem einer verbesserten Mundhygiene zugeführt und erst nach mindestens einem Jahr bei erfolgreicher häuslicher Plaquekontrolle und ausbleibendem Karieszuwachs einer Multibracket-Behandlung unterzogen werden. Aktuelle Bissflügelaufnahmen sollten vorliegen, falls die Approximallflächen der durchgebrochenen bleibenden Zähne klinisch nicht beurteilt werden können. Die präventiven Massnahmen sollten mit dem Hauszahnarzt abgestimmt werden: Sie können entweder dort oder beim Kieferortho-



► **Abb. 4** Patient mit sehr schlechter Mundhygiene. Biofilm (Plaque), Gingivitis und Karies sind deutlich zu erkennen.

päden anlässlich einer Kontrollsituation stattfinden. Um Verlaufskontrollen durchzuführen, kann während der Behandlung mit einer Multibracket-Apparatur der approximale Plaqueindex (API) zur Anwendung kommen. Dabei kann es indiziert sein, eine risikobezogene, intensive Prophylaxe mit engeren Recalls einzuleiten [13]. Der Einsatz von Plaqueindizes, die speziell für Patienten mit festsitzenden Apparaturen entwickelt worden sind [14], haben sich in Studien als vorteilhafter und aussagekräftiger als die herkömmlichen Indizes erwiesen [15]. Wie auch in der allgemeinen Zahnmedizin stützt sich die Kariesprophylaxe auf mehrere Pfeiler. Dazu gehört auch die Ernährungslenkung.

Hier zu beachten ist der Verzehr von Erfrischungsgetränken [16], die gerade im pubertären Alter, wenn kieferorthopädische Behandlungen durchgeführt werden, häufig konsumiert [17] werden. Es ist also wichtig den Konsum von Erfrischungsgetränken, Snacks, Bonbons („Zuckerimpulse“, ► **Abb. 3**) zu erfragen und auf ihre kariogene Wirkung hinzuweisen. Ernährungslenkung ist in der Kariesprävention v. a. bei erkennbarem Fehlverhalten auf individueller Basis effizient und sollte auch so eingesetzt werden [18].

Fluoridapplikation und Zahnreinigung

Weil Fluoride nicht systemisch, sondern in erster Linie lokal direkt am Zahn wirken, ist die Verordnung von Fluoridtabletten nahezu in allen Ländern in den Hintergrund geraten oder wird nicht mehr vorgenommen. Bei der Speisesalz-Fluoridierung kann man davon ausgehen, dass sie eine wirksame kariespräventive Maßnahme ist, wobei in Ländern mit bereits bestehendem hohem Niveau der Kariesprävention der zusätzliche Nutzen der Verwendung des Fluoridsalzes quantitativ wegen des kumulativen Effekts nur schwer nachweisbar ist.

Die tägliche Verwendung fluoridhaltiger Zahnpasta ist die Basis der Kariesprävention mit Fluoriden, da sie leicht verfügbar ist und bei regelmäßiger Verwendung kontinuierlich Fluoridionen für die kariesprotektiven Vorgänge an der Zahnoberfläche zur Verfügung stehen. Empfohlen wird nach der Zahnreinigung mit nur wenig Wasser zu spülen. Damit erreicht man einerseits einen kariesreduzierenden Effekt und andererseits wird der größte Teil der Zahnpaste mit ihren zahlreichen Zusatzstoffen ausgespuckt [1, 19–21]. Der kariespräventive Effekt ist in allen Altersgruppen nachzuwei-

sen und konnte auch bei Probanden mit einer Multibracket-Apparatur nachgewiesen werden [22]. Es ist zudem bekannt, dass die Wirkung einer fluoridhaltigen Zahnpasta mit erhöhter Zahnputzfrequenz zunimmt.

Fluoridhaltige Mundspüllösungen sind bei Multibracket-Apparaturen eine gute Möglichkeit, um einen kariespräventiven Effekt zu erzielen. Dabei sollten handelsübliche Mundspüllösungen zusätzlich zum Zähneputzen empfohlen werden, die mindestens eine Konzentration von 500 ppm Fluorid aufweisen [23]. Oft ist die Compliance der Patienten schlecht. So wurde gezeigt, dass nur knapp die Hälfte der heranwachsenden Probanden Mundspüllösungen tatsächlich anwenden, obwohl sie instruiert worden sind, dies täglich zu tun [23].

Eine Untersuchung bei Patienten mit festsitzenden Apparaturen zeigte, dass während der festsitzenden Behandlung bei regelmäßiger Applikation (alle 6 Wochen) eines Fluoridlackes (23 000 ppm F⁻ wie CleanPro, Duraphat, Profluorid) das Kariesinkrement deutlich gesenkt werden konnte. Deshalb sollte die Durchführung der professionellen Lackapplikation routinemäßig bei den kieferorthopädischen Kontrollterminen erfolgen [24]. Hochkonzentrierte Fluoridlacke sind eine effiziente Maßnahme mit sehr guter Evidenz in der Prophylaxe der Karies [25]. Wichtig ist dabei, dass man den Lack nur an betroffenen bzw. gefährdete Stellen aufträgt. Es gibt Hinweise, dass die Anwendung einer höher konzentrierten Zahnpasta (5000 ppm Fluorid) bei Teenagern mit hohem Kariesrisiko und unzureichender Mundhygiene vorteilhafter ist als die Verwendung herkömmlicher Zahnpasta mit niedrigerem Fluoridgehalt [26, 27]. Auch bei häufiger Applikation ist zu beachten, dass Fluoridanwendungen besonders bei hohem Kariesrisiko ihre Grenzen in der Effektivität für die Kariesprophylaxe haben.

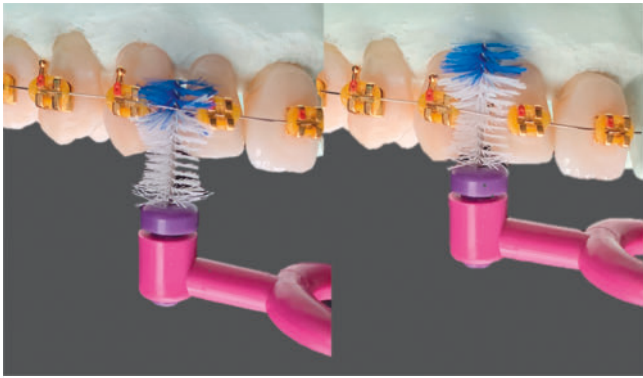
Welche Applikationsform letztlich angewendet wird, hängt von der Vorliebe des Patienten ab. Das heißt, je nachdem welche Art der Fluoridierung der Vorzug gegeben wird, sollte gemäß dem Motto „never change a winning team“ nicht zwanghaft abgeändert werden.

Mechanische Reinigung der Bracketumgebung

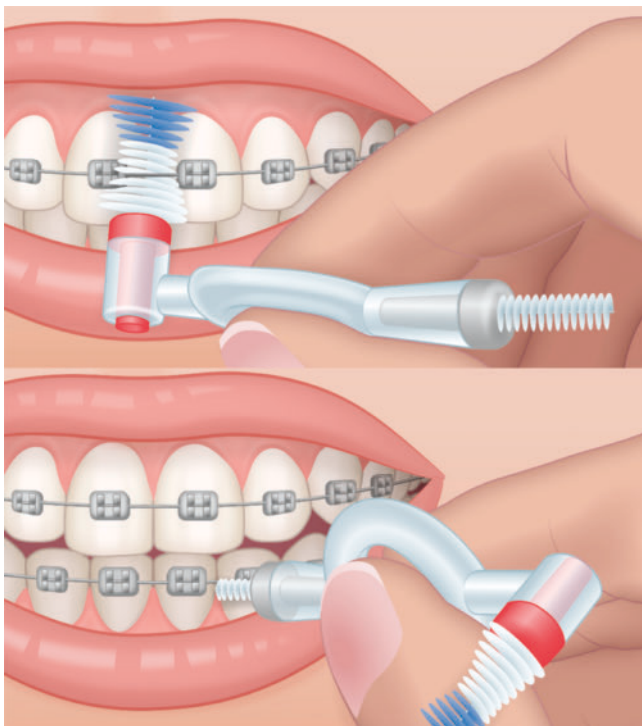
Die oben dargestellten Sachverhalte zeigen, dass die üblichen präventiven Maßnahmen während einer kieferorthopädischen Behandlung oft nicht genügen, um die Patienten nach der Behandlung kariesfrei entlassen zu können. Insbesondere müssen spezielle Hilfsmittel zur Verfügung stehen, die eine einfache mechanische Zahnreinigung bei Brackets, Ligatur und Bogen ermöglichen. Effiziente Beseitigung des Biofilms bei den Brackets ist eine *conditio sine qua non* für Kariesfreiheit nach KFO-Behandlung. Napf (professionelle Zahnreinigung) und Zahnbürsten (häusliche Zahnreinigung) erreichen die wichtigen Stellen oft nicht (► **Abb. 4**).

Es ist aus diesen Gründen angebracht, bessere Möglichkeiten anzubieten, den Biofilm sowohl in der häuslichen als auch in der professionellen Prophylaxe effizient mechanisch zu entfernen.

Im Vordergrund steht in diesem Zusammenhang die nähere Umgebung der Brackets, wobei selbstverständlich die anderen zu reinigenden Bereiche der Zähne und der Gingiva nicht vernachlässigt werden dürfen.



► **Abb. 5** Kieferorthopädiebürste: Die feinen blauen Filamente und die Sanduhrform erlauben es, sowohl bei engstehenden Brackets in den Zwischenraum einzudringen und auch zu reinigen, wenn die Brackets weiter auseinander platziert sind. Die Sanduhrform reduziert dabei den Eindringwiderstand und ermöglicht es auch eine Reinigung der horizontalen Anteile der Brackets. Auch der Gingivasaum wird gereinigt.



► **Abb. 6** Kieferorthopädiebürste (siehe ► **Abb. 5**). Eine herkömmliche zylindrische Interdentärbürste auf der anderen Seite des Halters dient zur Reinigung der Interdentalräume.

Reinigung des Bracketumgebung in der häuslichen Prophylaxe

Eine festsitzende Apparatur erschwert die Reinigung der Zähne deutlich [28]. Die Mehrzahl der Untersuchungen zeigte, dass die alleinige Verwendung von Zahnbürsten für eine adäquate Reinigung nicht ausreichend ist. Vor allem die zervikal vom Bracket gelegenen Bereiche werden von der Bürste oft nicht erfasst. Es werden verschiedenste Methoden und Hilfsmittel empfohlen. So wer-

den Einzelbüschelbürsten gebraucht, um während einer festsitzenden kieferorthopädischen Behandlung die Brackets und Bänder sowie die angrenzenden Zahnstellen zu reinigen. Interdentärbürsten, speziell geformte Hand- oder elektrische Zahnbürsten werden empfohlen oder die anliegenden Schmelzanteile versiegelt. Die letzte Methode zeigt nur eine moderate Evidenz [29, 30]. Aus diesen Gründen wurde eine Interdentärbürste so modifiziert, dass sie benachbarte Brackets erreichen kann und so die Karies-Prädilektionsstellen während einer KFO-Behandlung mechanisch reinigen kann (Top Caredent, Zürich, Schweiz). Die sanduhrförmige Interdentärbürste hat sich in Studien zur Interdentalraumreinigung bewährt und gegenüber der zylindrischen Bürstenform als überlegen erwiesen [31, 32]. Die Unterschiede zur herkömmlichen Interdentärbürste sind bei der hier vorgestellten Kieferorthopädiebürste die ausgeprägte Sanduhrform, die Filamente und die Drahtbeschaffenheit: Der Durchmesser schwankt zwischen 9 und 5 mm, die Filamente sind sehr flexibel und der mit Kunststoff ummantelte Draht mit einem Durchmesser von 0,28 mm ist sehr stabil. Die blaue Spitze mit den sehr feinen Filamenten und der Sanduhrform erlaubt es, auch bei engstehenden Brackets von inzisal oder okklusal in den Zwischenraum einzudringen und reinigt die Bracketumgebung, auch wenn die Brackets weiter auseinander platziert sind (► **Abb. 5** und **6**). Die exakten Abmessungen der Kieferorthopädiebürste wurden eruiert, indem die Abstände der Brackets auf der lingualen und vestibulären Seite bei jugendlichen und erwachsenen Patienten mit fixen Apparaturen von A.L. ausgemessen wurden. Die blaue Spitze mit den sehr feinen Filamenten ermöglicht es, auch den Gingivasaum zu reinigen. Die Sanduhrform reduziert dabei den Eindringwiderstand und ermöglicht so auch eine Reinigung der horizontalen Anteile der Brackets (► **Abb. 5**). Eine herkömmliche zylindrische Interdentärbürste dient dann zur Reinigung der Interdentalräume (► **Abb. 6**). Diese kann u.U. auch gebraucht werden, um Retainer von inzisal her zu reinigen.

Kontrovers wird die Entscheidung „Handzahnbürste versus elektrische Zahnbürste“ bezüglich dieser Indikation diskutiert. Abschließend kann man aber festhalten, dass bisher keine nennenswerte Überlegenheit der elektrischen Zahnbürste nachgewiesen werden konnte. Insbesondere dann nicht, wenn die elektrische Zahnbürste mit der Handzahnbürste und zusätzlichen mechanischen Hilfsmitteln verglichen wurde [33–36]. Wichtiger als die Diskussion und Empfehlung der Art der Zahnbürste ist die Tatsache, ob sie zu Hause im Alltag regelmäßig und konzentriert eingesetzt wird. Deshalb ist es wichtig, keine absoluten Empfehlungen zu geben, sondern nachzufragen, welche Hilfsmittel benutzt werden und wie gerne diese verwendet werden. Dies erhöht die Motivation des Patienten. So sieht sich der Patient als selbstverantwortlicher Teil des gesamten Prophylaxe konzeptes.

Häufig ist es nämlich so, dass zu Beginn der Instruktion zu viele Informationen, Auflagen und Änderungen erfolgen, die den Patienten überfordern können.

Reinigung der Bracketumgebung in der professionellen Prophylaxe

Die professionelle Zahnreinigung sollte risikobezogen eingesetzt und als motivationsfördernde Maßnahme in ein Konzept eingebettet werden. Heranwachsende sind zugänglich für Argumente und Ursachen: In einer Untersuchung an Jugendlichen waren die erho-



► **Abb. 7** Entfernung der weichen Beläge mit Airflow. Der Abstand zur Zahnoberfläche beträgt zwischen 2–4 mm. Der geforderte Arbeitswinkel von 30° bis 60° ermöglicht die Reinigung auch unter der Ligatur (Quelle: Dr. Oksana Gulyaeva, Bashkir State Medical University, Ufa, Russland).

benen Plaque- und Gingivitisindizes der Studiengruppe, bei denen ein ausführliches, erklärendes Prophylaxe-Training durchgeführt wurde deutlich besser als bei der Gruppe mit konventionellen Instruktionen [37].

Großes Gewicht sollte deshalb auch auf die gute Durchführung von Instruktion und Motivation durch eine dafür geeignete Fachkraft gelegt werden.

Die Reinigung der den Brackets anliegenden Schmelzanteile ist schwierig und mit herkömmlichen Methoden kaum möglich, ohne den eingesetzten Bogen zu entfernen. Aber auch ohne den Bogen erreicht zum Beispiel ein Napf nicht alle Stellen.

Hier bietet die Guided Biofilm Therapie (GBT®, EMS Nyon, Schweiz) eine effiziente und einfache Methode. Wichtig ist dabei, dass man zuerst den Biofilm anfärbt um so selektiv und dadurch zeitsparend die weichen Beläge entfernen kann. Anfärben ermöglicht auch den Patienten zu zeigen, welche Stellen nicht gut gereinigt sind und ihn zu motivieren sich zu verbessern. Das Airflow-Gerät (EMS Nyon, Schweiz) wird für die Entfernung der weichen Beläge gebraucht, wobei der Abstand zur Zahnoberfläche zwischen 2 mm bis 4 mm betragen muss. Da ein Arbeitswinkel 30° bis max. 60° eingehalten werden muss, kann auch unter der Ligatur gereinigt werden (► **Abb. 7**). Zahnstein wird dann zum Beispiel mit dem Piezon PS (EMS Nyon, Schweiz) entfernt, wobei die Spitze parallel zur Zahnoberfläche geführt wird und nur die distalen 2–3 mm der Spitze den Zahn berühren.

Aerosol kann fast vollständig eliminiert werden, sofern ein Speichelzieher verwendet wird und eine gute Absaugung (Hochvakuumabsaugung; 300 l/min), die von der Dentalassistentin bedient wird [38]. Eine kürzlich veröffentlichte Untersuchung zeigte, dass auch bei zweiseitiger Technik in Verbindung mit Gurgeln/Spülen vor der Behandlung mit einem aktiven Spülmittel eine Kontamination des Aerosols verhindert wird. Wichtig sind dabei auch adäquate Maßnahmen zur Verdrängung der Weichteile (z. B. Optragate (Ivoclar, Schaan, FL) oder Watterollen) verbunden mit guter Absaugung [39]. Die zweiseitige Technik hat den Vorteil, dass die Richtung des Aerosols durch die Behandlerin oder den Behandler bekannt ist und die Absaugung am richtigen Ort platziert werden kann.

Die kurzen Recall-Intervalle zur Kontrolle des kieferorthopädischen Behandlungsfortschrittes ermöglichen es der Kieferortho-

pädie-Praxis, die Patienten regelmäßig prophylaktisch zu betreuen und Karies und Gingivitis zu verhindern.

Danksagung

Die Messungen der Abstände der Brackets durften von A.L. auf der Klinik für Kieferorthopädie der Universität Bern (Direktor: Prof. Christos Katsaros) durchgeführt werden. Sie ermöglichten ein optimales Design der Kieferorthopädiebürste.

Interessenkonflikt

Adrian Lussi: Beratungstätigkeit für mehrere Firmen in den letzten 3 Jahren, zum Teil ehrenamtlich, Rengin Attin: keine.

Literatur

- [1] Lussi A, Hellwig E, Klimek J. Fluorides – mode of action and recommendations for use. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2012; 122: 1030–1042
- [2] Ogaard B, Rølla G, Ruben J et al. Microradiographic study of demineralization of shark enamel in a human caries model. *Scand J Dent Res* 1988; 96: 209–211
- [3] Hedman J, Sjöman R, Sjöström I et al. Fluoride concentration in saliva after consumption of a dinner meal prepared with fluoridated salt. *Caries Res* 2006; 40: 158–162
- [4] Weatherell J, Deutsch D, Robinson C et al. Assimilation of fluoride by enamel throughout the life of the tooth. *Caries Res* 1977; 11 (suppl 1): 85–115
- [5] Hallsworth A, Weatherell J, Robinson C. Fluoride uptake and distribution in human enamel during caries attack. *Caries Res* 1979; 9: 294–299
- [6] Sutton S, Bender G, Marquis R. Fluoride inhibition of proton-translocating ATPase of oral bacteria. *Infect Immun* 1987; 55: 2597–2603
- [7] Batoni G, Pardini M, Giannotti A et al. Effect of removable orthodontic appliances on oral colonisation by mutans streptococci in children. *Eur J Oral Sci* 2001; 109: 388–392
- [8] Sundararaj Dhinahar, Venkatachalapathy Sudhakar, Tandon Akshay et al. Critical evaluation of incidence and prevalence of white spot lesions during fixed orthodontic appliance treatment: A meta-analysis. *J Int Soc Prev Community Dent* 2015; 5: 433–439
- [9] Ogaard B, Rølla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988; 94: 68–73
- [10] Höchli D, Hersberger-Zurfluh M, Papageorgiou SN et al. Interventions for orthodontically induced white spot lesions: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod* 2017; 39: 122–133
- [11] Kukleva MP, Shetkova DG, Beev VH. Comparative age study of the risk of demineralization during orthodontic treatment with brackets. *Folia Med (Plovdiv)* 2002; 44: 56–59
- [12] Kosen LA. Caries diagnosis and risk assessment. A review of preventive strategies and management. *J Am Dent Assoc* 1995; 126 Suppl: 1–24
- [13] Zimmer B, Rottwinkel Y. Assessing patient-specific decalcification risk in fixed orthodontic treatment and its impact on prophylactic procedures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126: 318–324
- [14] Attin R. Vorstellung eines neuen Plaqueindex zur Kontrolle und Motivation kieferorthopädischer Patienten. Introduction of a New Plaque Index Designed for Control and Motivation of Orthodontic Patients. *Inf Orthod Kieferorthop* 2005; 37: 271–273

- [15] Paschos E, Bücher K, Huth KC et al. Is there a need for orthodontic plaque indices? Diagnostic accuracy of four plaque indices. *Clinical Oral Investigations* 2014; 18: 1351–1358
- [16] Institut IDZ. der Deutschen Zahnärzte): Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie – DMS V. Köln; 2016
- [17] Cavadini C, Siega-Riz AM, Popkin BM. US adolescent food intake trends from 1965 to 1996. *Arch Dis Child* 2000; 83: 18–24. doi: 10.1136/adc.83.1.18. Erratum in: *Arch Dis Child* 2002; 87: 85. PMID: 10868993; PMCID: PMC1718405
- [18] Cooper AM, O'Malley LA, Elison SN et al. Primary school-based behavioural interventions for preventing caries. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; 31: cd009378
- [19] Chesters RK, Huntington E, Burchell CK et al. Effect of oral care habits on caries in adolescents. *Caries Res* 1992; 26: 299–304
- [20] Attin T, Hellwig E. Salivary fluoride content after toothbrushing with a sodium fluoride and an amine fluoride dentifrice followed by different mouthrinsing procedures. *J Clin Dent* 1996; 7: 6–8
- [21] Cvikl B, Lussi A, Gruber R. The in vitro impact of toothpaste extracts on cell viability. *Eur J Oral Sci* 2015; 123: 179–185. doi: 10.1111/eos.12177 Epub 2015 Mar 17
- [22] Al Mulla AH, Kharsa SA, Birkhed D. Modified fluoride toothpaste technique reduces caries in orthodontic patients: A longitudinal, randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 138: 285–291
- [23] Gorelick AM, Gwinnett L, Benson AJ et al. Reducing white spot lesions in orthodontic populations with fluoride rinsing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992; 101: 403–407
- [24] Steckslen-Blicks C, Renfors G, Oscarson N et al. Cariespreventive effectiveness of a fluoride varnish: a randomized controlled trial in adolescents with fixed orthodontic appliances. *Caries Res* 2007; 41: 455–459
- [25] Tickle M, O'Neill C, Donaldson M et al. A Randomized Controlled Trial of Caries Prevention in Dental Practice. *J Dent Res* 2017; 96: 741–746. doi: 10.1177/0022034517702330 Epub 2017 Apr 4. PMID: 28375708
- [26] Nordström A, Birkhed D. Preventive effect of high-fluoride dentifrice (5,000 ppm) in caries-active adolescents: a 2-year clinical trial. *Caries Res* 2010; 44: 323–331
- [27] Duane B. 5,000 ppm F dentifrice for caries prevention in adolescents. *Evid Based Dent* 2012; 13: 43–44
- [28] Mitchell L. Decalcification during orthodontic treatment with fixed appliances – an overview. *Br J Orthod* 1992; 19: 199–205
- [29] D, Manchanda S, Ekambaram M, Yang Y et al. CKY Prevention of Demineralization Around Orthodontic Brackets Using Sealants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pediatr Dent* 2019; 41: 430–531
- [30] Nammi K, Starke EM, Ou SS et al. The Effects of Use of a Powered and a Manual Home Oral Hygiene Regimen on Plaque and Gum Health in an Orthodontic Population. *J Clin Dent* 2019; 30: 1–8
- [31] Schnabl D, Goebel G, Kadletz A et al. Cleansing efficacy of waist-shaped inter-dental brushes. A randomized-controlled crossover study. *J Clin Periodontol* 2020; 47: 30–35. doi: 10.1111/jcpe.13210 Epub 2019 Nov 3. PMID: 31609489
- [32] Paqué PN, Attin T, Ender A et al. Impact of interdental brush shape on interpapillary cleaning efficacy – a clinical trial. *Sci Rep* 2020; 10: 7922. doi: 10.1038/s41598-020-64816-5. PMID: 32404897; PMCID: PMC7221077
- [33] Hickman J, Millett D, Sander L et al. Powered vs manual tooth brushing in fixed appliance patients: a short term randomized clinical trial. *Angle Orthod* 2002; 72: 135–140
- [34] Thienpont V, Dermaut L, Van Maele G. Comparative study of 2 electric and 2 manual toothbrushes in patients with fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 120: 353–360
- [35] Jackson C. Comparison between electric toothbrushing and manual toothbrushing, with and without oral irrigation, for oral hygiene of orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991; 99: 15–20
- [36] Heintze S, Jost-Brinkmann P, Loundos J. Effectiveness of three different types of electric toothbrushes compared with a manual technique in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 110: 630–638
- [37] Albandar JM, Buischi YA, Mayer MP et al. Long-term Effect of Two Preventive Programs on the Incidence of Plaque and Gingivitis in Adolescents. *J Periodontol* 1994; 65: 605–610. doi: 10.1902/jop.1994.65.6.605
- [38] Graetz C, Bielfeldt J, Tillner A et al. Splatter contamination in dental practices – how can it be prevented? *Rev Med Chir Soc Med Nat* 2014; lași 118: 1122–1134
- [39] Donnet M, Mensi M, Bastendorf KD et al. Risiko Aerosole – die bakterielle Kontamination der Raumluft während einer AIRFLOW®-Behandlung. *zm* 2020; 110/12 (1194): 24–26

GUIDED **BIOFILM** THERAPY

FÜR DIE KIEFERORTHOPÄDIE



EMS Electro Medical Systems GmbH
Stahlgruberring 12
81829 München
T. +49 89 42 71 61 0
E-mail: info@ems-ch.de

EMS 
MAKE ME SMILE.