

QUINTESSENZ ZAHNMEDIZIN

1/24

Januar 2024
75. Jahrgang



SONDERDRUCK

Die besondere Rolle
des Prophylaxepulvers
in der professionellen
Zahnreinigung – Pulver ist
nicht gleich Pulver

Marcel Donnet



Prophylaxe auf höchstem Niveau – Der Alleskönner

Hersteller: EMS, Electro Medical Systems GmbH
Produkt: Prophylaxepulver Airflow Plus

Als Pionier des modernen Biofilm- und Zahnsteinmanagements setzt EMS auf innovative Lösungen, um die orale Prophylaxe mit dem „Guided biofilm therapy“ (GBT)-Protokoll minimal-invasiv, effizient und angenehm für Patienten und Behandler zu gestalten. Zentraler Bestandteil des GBT-Protokolls ist das von EMS entwickelte, patentierte und auf Erythritol basierende Prophylaxepulver Airflow Plus Pulver. Dieses Hightech-Pulver entfernt im perfekten Zusammenspiel mit dem Airflow Prophylaxis Master sowie den Handstücken Airflow Max und Perioflow Biofilm und Verfärbungen schonend und vollständig von oralen Oberflächen. Die eigene Pulvermanufaktur sowie die zwei eigenen Chemielabore für die chemisch-technische und biomedizinische Entwicklung mit 45 Mitarbeitern in der Schweiz und Deutschland garantieren die Sicherheit und die hohe Qualität des Airflow Plus Pulvers. Dies ermöglicht ein vorhersehbares, sicheres, effizientes und komfortables supra- und subgingivales Biofilm-Management während der GBT-Behandlung.



Kontakt:

EMS, Electro Medical Systems GmbH

Stahlgruberring 12, 81829 München

Tel.: +49 8942 716 10

E-Mail: info@ems-ch.de, Internet: ems-dental.com

PATIENTEN LIEBEN GBT!



**“I FEEL
GOOD”**

EMS 
MAKE ME SMILE.

Die besondere Rolle des Prophylaxepulvers in der professionellen Zahnreinigung – Pulver ist nicht gleich Pulver

Marcel Donnet

Indizes

Professionelle Prophylaxe, Luft-Wasser-Pulver-Geräte, Pulver, „Air flowing“, „Guided biofilm therapy“ (GBT)

Zusammenfassung

Im Rahmen der professionellen Prophylaxe sollte der Biofilm möglichst vollständig und zugleich schonend entfernt werden. Erreicht wird dies mit einem systematischen klinischen Protokoll und mit Instrumenten und Materialien nach dem aktuellen Stand von Praxis, Wissenschaft und Technik. Dieser Beitrag fokussiert auf chemische, physikalische und klinische Merkmale von Pulverprodukten, die für Luft-Wasser-Pulver-Geräte im Zusammenhang mit professionellen Prophylaxeprotokollen verwendet werden. Eine technisch hoch entwickelte und in Studien dokumentierte Variante dieses Konzepts ist „Air flowing“. Dieses besteht im effektiven und gewebeschonenden Einsatz eines optimierten Pulvers mit kompatiblen Geräten und Instrumenten. Es ist Teil der „Guided biofilm therapy“ (GBT), eines modularen und systematischen klinischen Protokolls der Firma EMS (Nyon, Schweiz) für die primäre, sekundäre und tertiäre Prophylaxe.

Manuskripteingang: 04.12.2023, Manuskriptannahme: 12.12.2023

Einleitung

Die World Health Organization (WHO) hat orale Erkrankungen als zentrales Gesundheitsproblem benannt und in die prioritäre Liste nicht übertragbarer Erkrankungen aufgenommen³³. Hintergrund sind ihre Auswirkungen auf Lebensdauer und -qualität betroffener Patienten und die hohen volkswirtschaftlichen Kosten für deren Behandlung und Prävention. Zunehmend erkannt werden ätiologische Verbindungen z. B. zwischen Parodontitis auf der einen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Diabetes auf der anderen Seite^{15,27}. Weiterhin ist bekannt, dass die Mund- und Rachenschleimhaut neben der Nase als Eintrittspforte beispielsweise für virale Infektionen eine zentrale Rolle spielt. Orale Entzündungen könnten daher die Widerstandsfähigkeit gegen Atemwegsinfekte, darunter SARS-CoV-2, schwächen¹³. Zusammenhänge wurden zudem zwischen Parodontitis und Lungenentzündung, Asthma und chronisch-obstruktiven Atemwegserkrankungen (COPD) gefunden²⁴.

Daraus folgt, dass eine gesunde Mundhöhle auch für die allgemeine Gesundheit von großer Bedeutung ist. Um orale Gesundheit zu erreichen, können sowohl lokale als auch systemisch wirkende Risikofaktoren wie z. B. die Ernährung kontrolliert werden²⁹. Zentraler ätiologischer Faktor für sowohl Karies als auch Parodontitis ist ein dysbiotischer Biofilm^{16,17,28}.

Professionelle Prophylaxe: Entwicklung der „Guided biofilm therapy“ (GBT)

Bereits in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts wurde gezeigt, dass mit kontinuierlich durchgeführter professioneller Prophylaxe Karies und Parodontitis als Biofilm-assoziierte orale Erkrankungen vermeidbar sind oder in ihrer Inzidenz entscheidend vermindert werden können^{1,5}. Die Basis der „Prophylaxe-Stunde“ bestand darin, über Erkrankungsursachen aufzuklären, die Mundhygienefähigkeit herzustellen und sorgfältige Mundhygieneinstruktionen

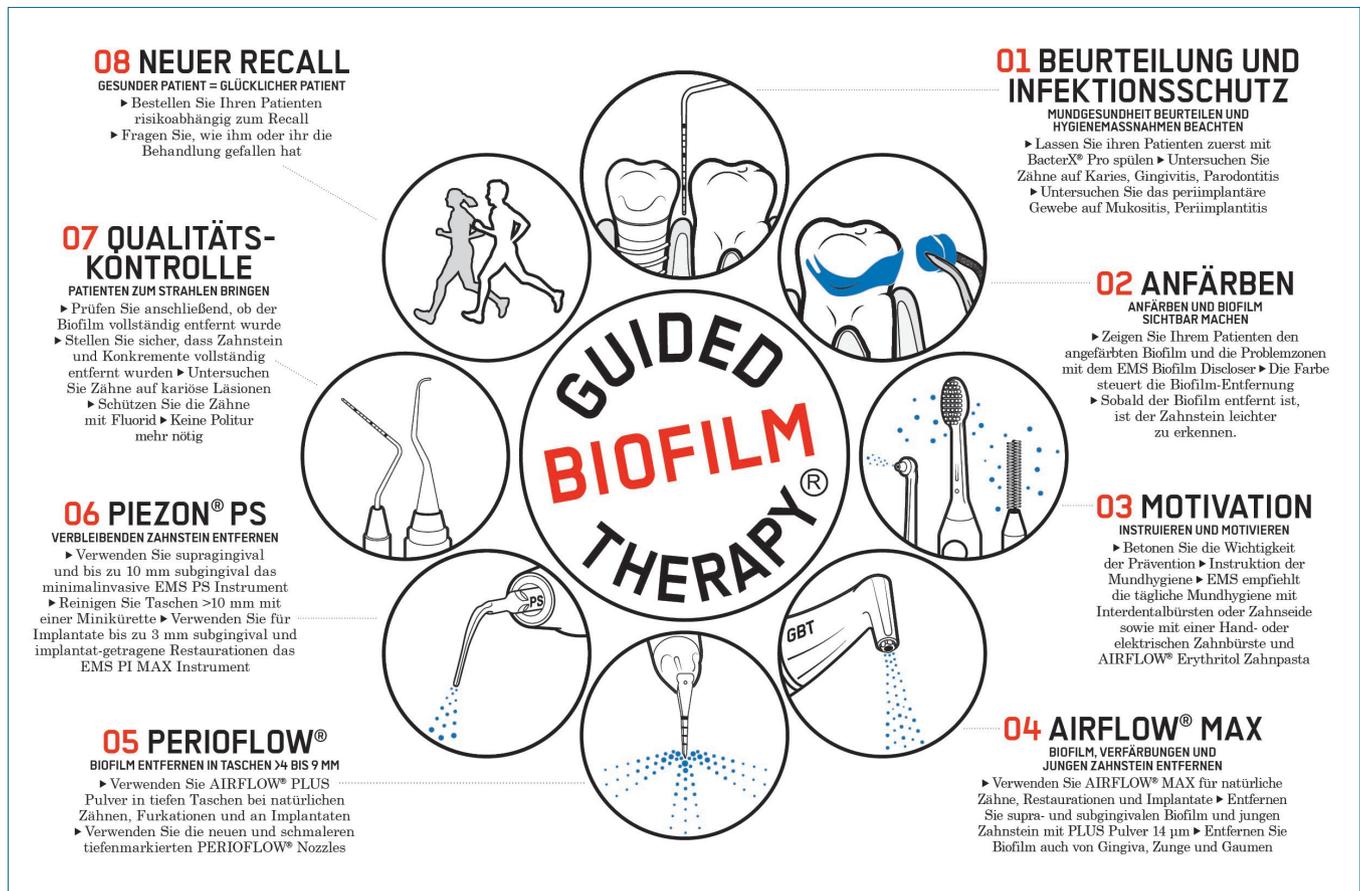


Abb. 1 Die „Guided biofilm therapy“ ist ein modulares klinisches Protokoll für die systematische und risikoadaptierte primäre, sekundäre und tertiäre Prophylaxe (alle Abbildungen mit freundlicher Genehmigung Fa. EMS, Nyon/Schweiz).

nen zu geben. Hinzu kam als wesentlicher Bestandteil die mechanische Entfernung harter (Zahnstein) und weicher Beläge (Biofilm) auf Zähnen und Restaurationen.

Heute ist die systematisch durchgeführte professionelle Prophylaxe bzw. Zahnreinigung (PZR) eine von Wissenschaft und Praxis anerkannte und gemäß Leitlinien standardmäßig durchgeführte oralmedizinische Leistung²⁸. Eine Untersuchung von Stiftung Warentest in zahnärztlichen Praxen deutet jedoch darauf hin, dass die Ergebnisse bei normaler Anwendung nicht mit dem klinischen Standard vergleichbar sind³¹: Der approximale Biofilm wurde meist nicht vollständig entfernt. Für Zahnreinigungen werden zudem häufig rotierende Instrumente und Pasten verwendet. Mit diesen lässt sich der Biofilm nur schwer entfernen, da er in Fissuren oder um kieferorthopädische Brackets herum technisch bedingt nur eingeschränkt zugänglich ist.

Aus diesen Gründen entwickelte die Firma EMS (Nyon/Schweiz) in enger Zusammenarbeit mit Experten aus Hochschule und Praxis das klinische Protokoll der „Guided biofilm therapy“ (GBT⁴; Abb. 1). Dabei handelt es sich um

ein modulares, systematisches und risikoadaptiertes klinisches Protokoll für die primäre, sekundäre und tertiäre Prophylaxe. Es kann als moderne Version der „Prophylaxe-Stunde“ von Axelsson und Lindhe angesehen werden – mit einer Indikationserweiterung in den subgingivalen Bereich und damit für die Prävention und Therapie parodontaler und periimplantärer Entzündung.

Entscheidend verbessert wird die ursprüngliche Methode durch den Einsatz spezieller Pulver und Pulverstrahler zur Entfernung des Biofilms („Air flowing“)¹⁰. Der folgende Beitrag erläutert Anforderungen an die verwendeten Pulverprodukte, Geräte und Handstücke sowie die technischen Merkmale, die für ihren klinischen Einsatz in den genannten Indikationen bedeutsam sind.

Anforderungen an das Pulver

Die Technik basiert wie beim ursprünglichen „Air polishing“ auf der Beschleunigung von Pulver und Wasser mithilfe von Druckluft. Die dabei entstehende kinetische Energie führt

zu einem Aufprall des beschleunigten Pulver-Wasser-Gemischs auf die zu bearbeitende Oberfläche. Das verwendete Pulver, Gerät und Handstück mit Düse und die Art der klinischen Anwendung wirken in Synergie, um einen maximalen Effekt zu erreichen.

Eine besondere Rolle spielt das Pulver. Die Vorstellung, dass es sich dabei um Kugeln identischer Größe handelt, ist nicht korrekt. Die Wirksamkeit, Biokompatibilität und Effizienz von Prophylaxepulvern werden zudem durch eine Reihe chemischer und physikalischer Merkmale bestimmt:

1. Pulver hat in der Regel eine zufällige Geometrie, die nur bedingt einer Kugel ähnelt. Das gilt auch für Produkte, die als „Pearls“ angeboten werden (Abb. 2 bis 4).
2. Pulver haben indikationsbezogen abweichende durchschnittliche Partikelgrößen. Je kleiner die Partikel, desto geringer ist der Impuls – mit entsprechend sanfter empfundener Wirkung auf Hart- und Weichgeweben. Der Aufprall großer Partikel wird als unangenehm oder schmerzhaft empfunden.
3. Alle Pulverprodukte haben eine Größenverteilung, also unterschiedlich große Partikel. Diese können – auch bei einem an sich guten Mittelwert – die abrasive Wirkung beim Aufprall auf die Oberfläche erhöhen.
4. Die gewünschte Partikelgröße lässt sich durch einzelne oder ein Agglomerat kleiner Partikel erreichen. Dies kann auch die abrasive Wirkung beeinflussen.
5. Das für das Pulver verwendete Material beeinflusst etwa, ob es Bakterien als Nahrung dienen kann. Dies ist bei der subgingivalen Anwendung von entscheidender Bedeutung.
6. Das Material bestimmt auch die Dichte und damit das spezifische Gewicht des eingesetzten Pulvers (Abb. 5). Je schwerer ein Partikel bei gleicher Größe ist, desto mehr Schaden kann er beim Aufprall auf eine Oberfläche verursachen.
7. Die Härte ist eine Eigenschaft, die großen Einfluss auf die Oberfläche von Materialien hat. Härtere Partikel erzeugen auf der Zieloberfläche leichter Frakturen und verursachen Substanzverluste (Abb. 6). Die Härte von Prophylaxepulvern sollte also dafür optimiert sein, Biofilm und Verfärbungen effektiv zu entfernen, ohne den Zahnschmelz oder das Dentin zu beschädigen. Pulver mit harten Oberflächen können auch die für die Behandlung verwendeten Geräte und Instrumente (z. B. Handstücke) schädigen (Abb. 7).
8. Für guten Patientenkomfort muss das Pulver einen akzeptablen Geschmack haben.

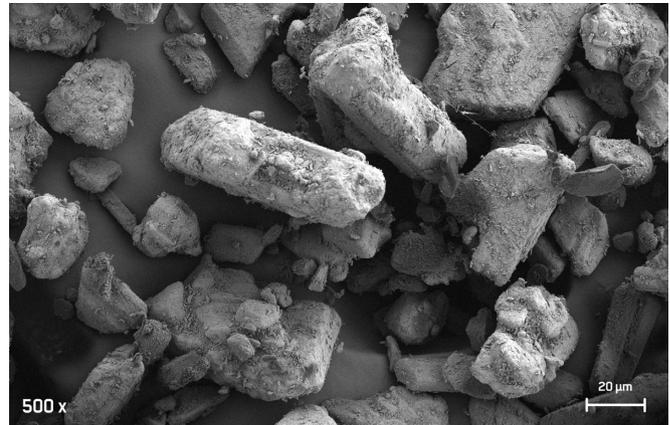


Abb. 2 Prophylaxepulver auf der Basis von Natriumbikarbonat zur optionalen Anwendung bei starken Verfärbungen (Airflow Classic Comfort, Fa. EMS). Die Partikelgröße beträgt durchschnittlich 40 µm (REM-Aufnahme in 500-facher Vergrößerung).

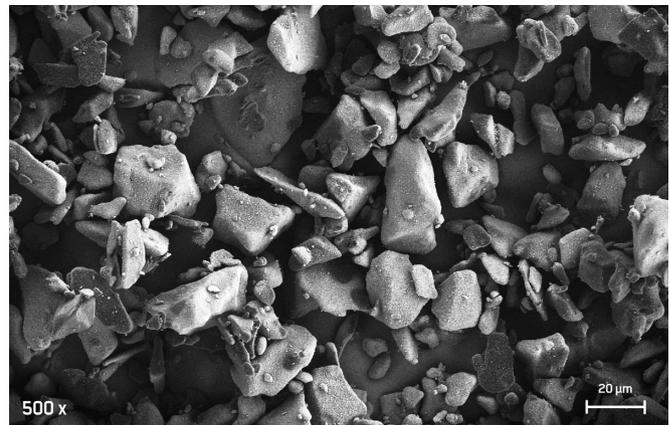


Abb. 3 Prophylaxe-Pulver auf der Basis von Erythritol zur universellen Anwendung in der oralen Prophylaxe einschließlich subgingivaler Indikationen (Airflow Plus, Fa. EMS). Die Partikelgröße beträgt durchschnittlich 14 µm (REM-Aufnahme in 500-facher Vergrößerung).

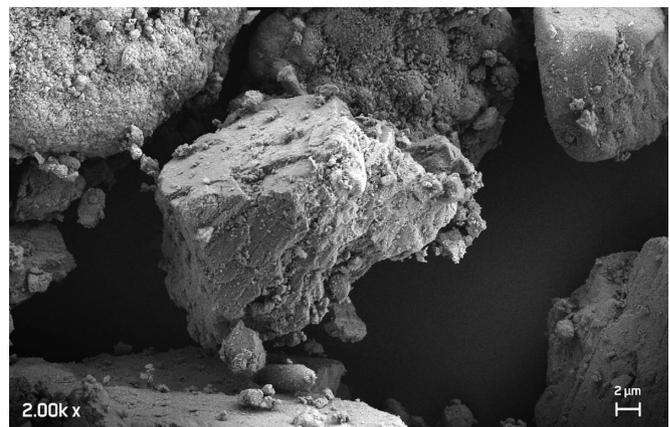


Abb. 4 Prophylaxepulver auf der Basis von Calciumkarbonat („Pearls“). Die Partikelgröße beträgt durchschnittlich 45 µm, die Partikel sind trotz des Produktnamens nicht rund, sondern von heterogener Form (REM-Aufnahme in 2.000-facher Vergrößerung).



Abb. 5 Dichte unterschiedlicher Pulvertypen, die für Prophylaxe, die Entfernung von Verfärbungen oder subgingivales Biofilm-Management verwendet werden.

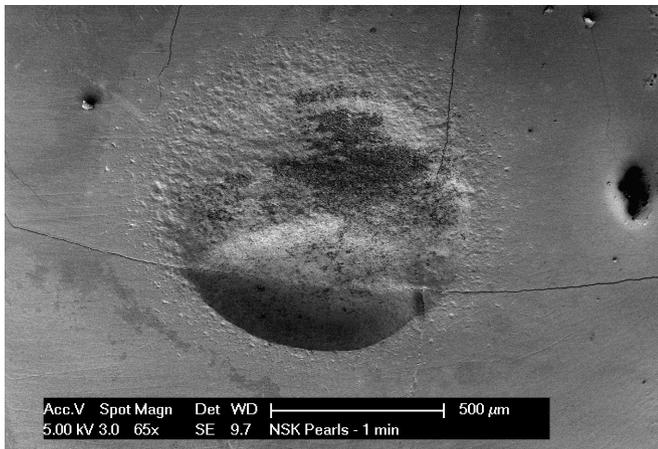


Abb. 6 Schädigung einer Schmelzoberfläche nach Anwendung des Calciumcarbonat-Pulvers aus Abbildung 3 (REM-Aufnahme in 65-facher Vergrößerung).



Abb. 7 Für die Sicherheit der Patienten und eine lange Lebensdauer des Instruments muss das verwendete Pulver auf dieses perfekt abgestimmt sein. Das Bild zeigt die beschädigte Düse eines Airflow-Handstücks nach Anwendung eines mit Apatit beschichteten Pulvers (vgl. Abb. 5).

9. Das Pulver muss biokompatibel und somit ungefährlich sein, wenn es geschluckt wird oder mit der Haut in Berührung kommt.
10. Weiterhin darf das Pulver bei Inhalation keine Probleme in der Lunge verursachen. Diese Eigenschaft lässt sich – neben Ausschluss von systemischer oder Zelltoxizität des Materials – durch ein wasserlösliches Pulver erreichen. Sollten Pulverpartikel in die Lunge gelangen, werden sie resorbiert und somit langfristige Risiken vermieden.

Diese 10 Eigenschaften bilden bei der Entwicklung von Prophylaxepulvern den orientierenden Rahmen. Da die Änderung eines einzelnen Parameters die anderen beeinflussen kann, ist dies einerseits eine große Herausforderung. Andererseits ist es eine Chance, da sich die Produkteigenschaften auf diese Weise fein abstimmen lassen. Die Komplexität der verschiedenen oben erwähnten Eigenschaften erklärt auch, warum es keine zwei identischen

Pulver auf dem Markt geben kann: Mit unterschiedlichen Entwicklungsansätzen lassen sich nie exakt die gleichen Eigenschaften erzielen.

Durch Festlegung der Basismerkmale des Pulvers wird seine endgültige Funktionalität definiert. Erst mit dieser lassen sich die gewünschten klinischen Eigenschaften erreichen. Dafür werden beispielsweise Aromen, konservierende Zusatzstoffe und Fließmittel hinzugefügt. Fließmittel erfüllen bei wasserlöslichen Pulvern eine wichtige Funktion, indem sie bei hoher Luftfeuchtigkeit Verklumpungen vermeiden. Das Gerät kann somit auch nach einer Funktionspause gut funktionieren.

Verwendet wird hierfür amorphes, hydrophobes Siliziumdioxid. Dieses ist für das hydrophobe Verhalten eines sonst gut löslichen Materials verantwortlich. Es wird nur an der Oberfläche der Pulverpartikel adsorbiert und trennt sich bei der Anwendung vom Pulver. Dieses verflüssigende und schützende Material wird auch wegen seiner guten Biokompatibilität gewählt^{19,25}.

Anforderungen an die Geräte

Das entscheidende Bauteil für den Betrieb eines Prophylaxegeräts für „Airpolishing“ oder „Air flowing“ ist die Pulverkammer. Während das Gerät den erforderlichen Druck für die kinetische Beschleunigung aufbaut, lädt die Pulverkammer die einströmende Luft mit Pulver auf. Ein weiterer Faktor, der für optimale Funktion sorgt, ist die dem Behandlungsfeld zugeführte Pulvermenge: Ist diese zu niedrig, wird der Biofilm nicht wirksam entfernt und die Behandlung ist nicht erfolgreich. Ist die Pulvermenge dagegen zu groß, bilden sich Anhäufungen, die den Pulverstrom und den gewünschten standardisierten Aufprall weiterer

Partikel verhindern. Es gibt also einen Korridor für die Pulvermenge, der für eine wirksame Behandlung eingehalten werden muss.

Ein gleichmäßiger Pulverfluss trägt dazu bei, dass der Pulververbrauch geringer und damit wirtschaftlicher, die Behandlung vorhersehbar und sowohl für Anwender als auch für Patienten komfortabel ist (Abb. 8). Es muss nicht darauf geachtet werden, ob zu einem bestimmten Zeitpunkt viel oder wenig Pulver aus dem Gerät kommt¹⁰. Die volle Aufmerksamkeit kann damit auf die gerade bearbeiteten Biofilmbereiche gerichtet werden. Zudem erleichtert der konstante Pulverfluss die Kontrolle des Aerosols, das bei der Anwendung der Geräte entsteht¹¹.

Abb. 8 Pulverschwankungen bei handelsüblichen Luft-Wasser-Pulver-Geräten (Table Top): Nur das mit „Air flowing“ kompatible Gerät (vgl. Abb. 11) mit seiner speziell konstruierten Pulverkammer (Abb. 12) gewährleistet einen konstanten Pulverfluss¹⁰.

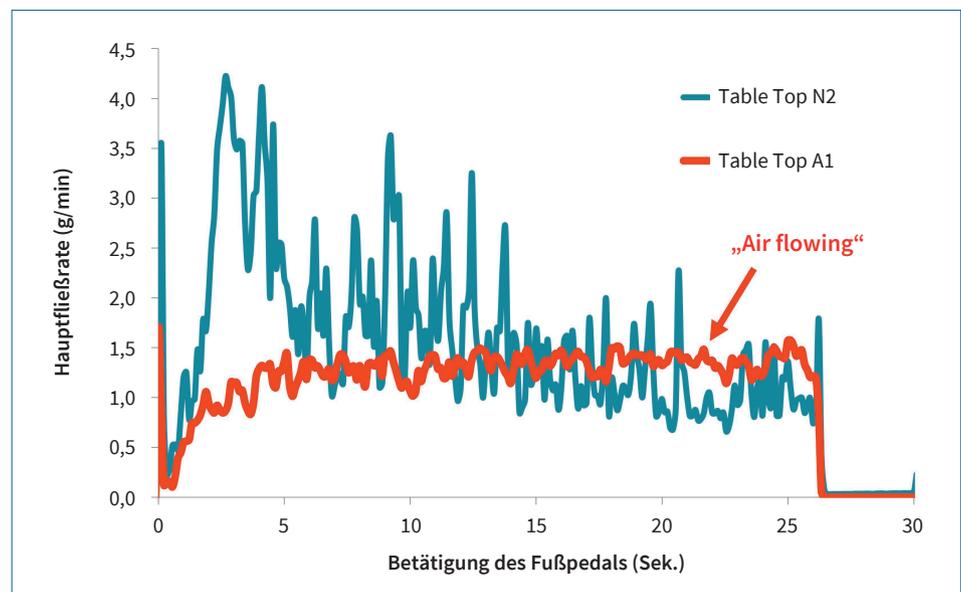


Abb. 9 Mit dem Airflow Prophylaxis Master (AFPM, Fa. EMS) können bis zu vier Patienten behandelt werden, bei anderen Produkten maximal zwei Patienten¹⁰.

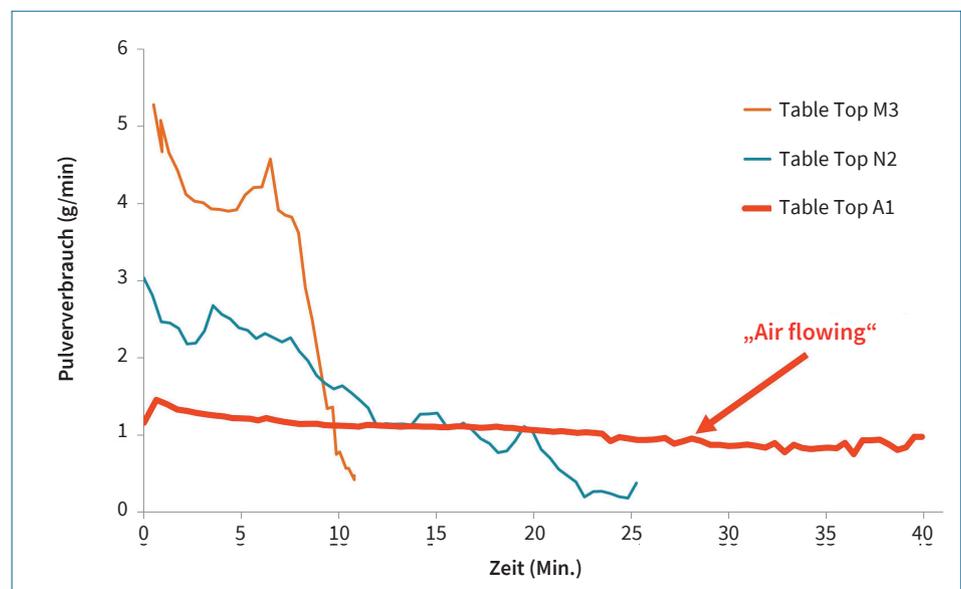




Abb. 10 Die Kombination der Luft-Wasser-Pulver-Komponente des AFPM mit Max- oder Perioflow-Handstück und Plus Pulver ermöglicht die patentierte „Laminar airflow technology“.



Abb. 11 Der mit „Air flowing“ erreichbare konstante und effiziente Pulverfluss wird wesentlich durch die Pulverkammer des AFPM unterstützt (vgl. Abb. 8 und 9).

Vorteilhaft ist auch, dass während der Prophylaxe-sitzung Unterbrechungen etwa durch Neubefüllung mit Pulver entfallen. Für einen effizienten Praxisablauf ist ein Gerät mit Pulvervorrat für einen halben Behandlungstag günstiger als ein Produkt, mit dem nur maximal ein Patient behandelt werden kann (Abb. 9). Derzeit erfüllen nur Geräte mit „Air flowing“-Verhalten die Anforderungen an einen kontinuierlichen Pulverfluss und eine längere Betriebszeit ohne Nachfüllen¹⁰ (Abb. 10 und 11).

Anforderungen an die Handstücke

Neben dem Gerät und der Pulverkammer spielt auch das Handstück eine wichtige Rolle. Die Düse am Ende des Handstücks reguliert die Geschwindigkeit, mit der das Luft-Wasser-Pulver-Gemisch seine selektive Reinigungsarbeit leistet. Ein Wasserkanal wird zum Ende der Düse geführt. So wird eine Hülle aus Wasser um das beschleunigte Luft-Pulver-Gemisch erzeugt. Wasser reduziert die Menge von Partikelstaub, der nach dem Aufprall auf die Oberfläche entsteht. Weiterhin entfernt es auftreffende Partikel, sodass die nachfolgenden beschleunigten Teilchen eine saubere Oberfläche vorfinden.

Durch die feine Düsenöffnung und die Geschwindigkeit des Luft-Pulver-Austritts wird die Wasserhülle zu feinen Tröpfchen reduziert, die das Luft-Pulver-Gemisch wirksam gegen die Umgebung abschirmen. Wird diese Umwandlung in Tröpfchen technisch schlecht umgesetzt, verspritzt die Düse das Gemisch weit im Behandlungsbereich. Dies ist unangenehm für Behandelnde, weil viele Tröpfchen auf die Brille gelangen und die Sicht erschweren, und für Patienten, deren Gesicht nass wird. Weiterhin erfordert es zusätzliche Aufmerksamkeit für persönliche Schutzmaßnahmen, um eine Kontamination mit pathogenen Mikroorganismen einschließlich Viren zu vermeiden¹¹. Bei einem weiterentwickelten Handstück (Airflow Max, Fa. EMS) sind 6 Wasserkanäle mit kleinem Durchmesser so angeordnet, dass sie das Wasser in einem kleinen Laminarstrahl ca. 1 mm vor der Düse zerstäuben („Laminar airflow technology“). Die Tröpfchen werden dadurch regelmäßiger und gleichmäßiger erzeugt als mit anderen handelsüblichen Handstücken. Dies führt wiederum zu einer verbesserten Sicht und erleichtert zugleich das Absaugen.

Auf der Ebene des Pulvers ist der Luftstrom die treibende Kraft für die Beschleunigung der Partikel. In der Regel hat die Düse einen Kanal mit geringem Querschnitt, um

die Luft maximal zu beschleunigen und so den Partikeln Geschwindigkeit zu verleihen. Am Übergang zur Außenluft gab es eine gewisse Geräuschentwicklung. In der neuesten Generation von Düsen wurde die Schallbarriere mit einer speziellen Geometrie ins Innere verlegt (Abb. 12). Die Behandlung wird dadurch für Anwender und Patienten angenehmer (Abb. 13) – bei gleicher Wirksamkeit¹⁰.

Magie der Pulver – Reinigungsmechanismen

Die am Ausgang der Düse beschleunigten Pulverpartikel sorgen durch den Aufprall für die Reinigung der Oberfläche. Die Wirkung der Partikel hängt dabei vom Einfallswinkel ab. Der tangentielle Einfallswinkel des Pulvers ermöglicht es, Ablagerungen von der Oberfläche „abzuscheren“. Weiterhin sollte eine hohe Anzahl von Partikeln kontinuierlich und ohne Mengenschwankung auf die Oberfläche treffen. Die Anzahl der Impulse ist in diesem Fall so groß, dass der Partikelstrahl den Biofilm von allen oralen Oberflächen schnell, effektiv und zugleich schonend entfernt. Auch die Dauer der Anwendung, die eingestellte Leistung und die Wasserzufuhr sind für Effektivität und Gewebeschonung bei einer Behandlung bedeutsam.

Sehr kleine Partikel sind beim Auftreffen auf Weichgewebe nicht spürbar und können sicher angewendet werden^{6,7}. Die „Magie“ hoch entwickelter Pulver beruht also auf der Dualität von sehr kleinem Partikeldurchmesser und großer Partikelzahl. Ein Beispiel für ein solches Produkt ist ein Pulver auf Erythritol-Basis (Airflow Plus, Fa. EMS) mit einer mittleren Partikelgröße von 14 µm. Erythritol ist ein leicht süß schmeckender Zuckeralkohol mit karieshemmenden Eigenschaften^{9,22,23}. Nach Anwendung von biokompatiblen Pulvern mit geringer Partikelgröße ist wegen der minimalen oberflächlichen Veränderungen keine Bearbeitung mit rotierenden Instrumenten und Pasten mehr notwendig²⁴. Das gilt bei Verwendung von Airflow Plus auch für Dentin⁸.

Indikationen und klinische Wirksamkeit

Für die Schonung von Hart- und Weichgeweben, aber auch von Restaurationen oder orthodontischen Apparaturen ist die korrekte indikationsbezogene Auswahl des Pulverprodukts von großer Bedeutung^{2,3} (vgl. Abb. 6). Insbesondere auf Dentinoberflächen im Bereich von Zahnhälsen oder subgingival nach Abtrag von Wurzelzement kann sonst

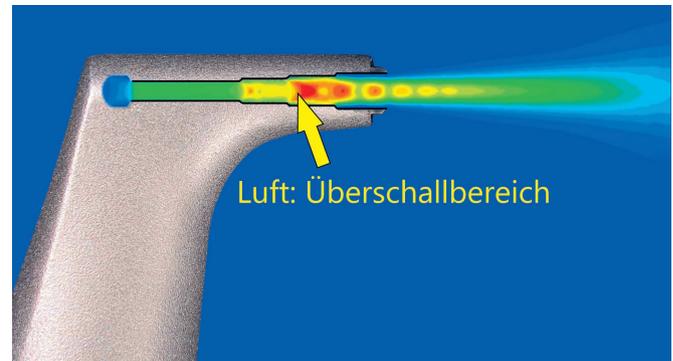


Abb. 12 Simulation des Luftstroms in einem optimierten Handstück (Airflow Max): Die höchste Beschleunigung liegt im Überschallbereich (600 m/Sek.; s. rote Färbung). Sie erfolgt innerhalb des Handstücks – mit entsprechend gedämpfter Geräuschentwicklung.

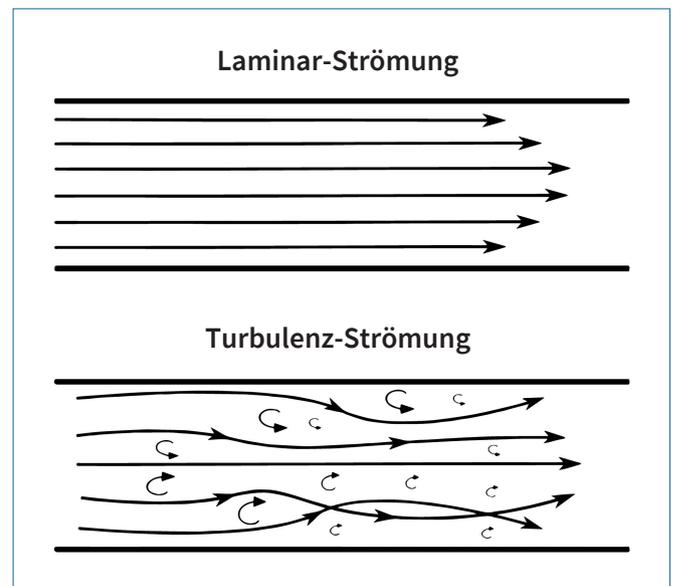


Abb. 13 Bei der patentierten „Laminar airflow technology“ verlässt das Luft-Wasser-Pulver-Gemisch die Düse mit einer regulierten und konstanten Flussrate (vgl. Abb. 9). Das Biofilm-Management ist somit effizienter und angenehmer für Patienten.

wertvolle Substanz verloren gehen. Ursprünglich wurden Luft-Wasser-Pulver-Systeme für die invasive Kavitätenpräparation entwickelt und später primär zur Entfernung von Verfärbungen eingesetzt. Für letztere Indikation sind nach wie vor Pulver auf Natriumbikarbonat-Basis üblich, die aber wegen ihrer relativ hohen Abrasivität nur auf Schmelz eingesetzt werden dürfen. Eine definierte Applikation ist auf kleinen Flächen klinisch nicht immer leicht sicherzustellen.

Ein Paradigmenwechsel war die Entwicklung von Pulvern auf Glyzin-Basis, die sowohl supra- als auch sub-



Abb. 14 Klinische Anwendung von „Air flowing“ bei einem KFO-Patienten: Im Vergleich zu rotierenden Gumminäpfchen und Paste reinigt das Luft-Wasser-Pulver-Gemisch effektiver.



Abb. 15 Klinische Anwendung von Perioflow: Für tiefe sub-gingivale Taschen um Zähne oder Implantate können spezielle Handstücke und Instrumente verwendet werden, ebenfalls in Kombination mit Airflow Plus-Pulver.

gingival in der parodontalen Belagentfernung einsetzbar sind^{12,21}. Als vorläufig letzter Schritt wurden Zuckeralkohole mit geringer Abrasivität entwickelt. Studien unter Verwendung des oben diskutierten Airflow Plus-Pulvers auf Erythritol-Basis zeigen, dass dieses Produkt in Kombination mit kompatiblen Geräten und Handstücken („Air flowing“) für die Biofilmentfernung in einem Großteil der supra- und subgingivalen Indikationen indiziert ist

und von Patienten sehr gut toleriert wird^{18,20,26,30,32} (Abb. 14 und 15).

Autorerklärung

Dr. Marcel Donnet ist Chemieingenieur und als Experte für Pulvertechnik und Strömungsmechanik in der Forschungsabteilung von EMS tätig.

Literatur

1. Axelsson P, Nystrom B, Lindhe J. The long-term effect of a plaque control program on tooth mortality, caries and periodontal disease in adults Results after 30 years of maintenance. *J Clin Periodontol* 2004; 31(9):749–757.
2. Barnes CM, Covey D, Watanabe H et al. An in vitro comparison of the effects of various air polishing powders on enamel and selected esthetic restorative materials. *J Clin Dent* 2014;25(4):76–87.
3. Barnes CM, Russell CM, Gerbo LR et al. Effects of an air-powder polishing system on orthodontically bracketed and banded teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97(1):74–81.
4. Bastendorf KD, Strafela-Bastendorf N. Auf das klinische Protokoll kommt es an – PZR, UPT und GBT. *Quintessenz Zahnmed* 2020;71(12):1380–1389.
5. Bastendorf KD, Laurisch L. Langzeiterfolge der systematischen Kariesprophylaxe. *DZZ* 2009;64(9):548–557.
6. Buhler J, Amato M, Weiger R et al. A systematic review on the effects of air polishing devices on oral tissues. *Int J Dent Hyg* 2016;14(1):15–28.
7. Buhler J, Amato M, Weiger R et al. A systematic review on the patient perception of periodontal treatment using air polishing devices. *Int J Dent Hyg* 2016;14(1):4–14.
8. Burkhardt AS. Effect of air-polishing using erythritol on surface roughness of enamel and dentine compared to conventional methods. Posterpräsentation EuroPerio/Kopenhagen 2022.
9. de Cock P. Erythritol functional roles in oral-systemic health. *Adv Dent Res* 2018;29(1):104–109.
10. Donnet M, Fournier M, Schmidlin PR et al. A novel method to measure the powder consumption of dental air-polishing devices. *Appl Sci* 2021;11(3):1101.
11. Donnet M, Mensi M, Bastendorf KD et al. Die bakterielle Kontamination der Raumluft während einer AIRFLOW®-Behandlung. *Zahnärztl Mitt* 2020;110(12):1194–1196.
12. Flemmig TF, Arushanov D, Daubert D et al. Randomized controlled trial assessing efficacy and safety of glycine powder air polishing in moderate-to-deep periodontal pockets. *J Periodontol* 2012;83(4):444–452.
13. Frankenberger R, Al-Nawas B. Bedeutung der oralen Immunkompetenz. *Quintessenz Zahnmed* 2020;71(12):1320–1327.

14. Gomes-Filho IS, Cruz SSD, Trindade SC et al. Periodontitis and respiratory diseases: A systematic review with meta-analysis. *Oral Dis* 2020;26(2): 439–446.
15. Herrera D, Sanz M, Shapira L et al. Association between periodontal diseases and cardiovascular diseases, diabetes and respiratory diseases: Consensus report of the Joint Workshop by the European Federation of Periodontology (EFP) and the European arm of the World Organization of Family Doctors (WONCA Europe). *J Clin Periodontol* 2023;50(6):819–841.
16. Kahharova D, Pappalardo VY, Buijs MJ et al. Microbial indicators of dental health, dysbiosis, and early childhood caries. *J Dent Res* 2023; 102(7):759–766.
17. Marsh PD. Dental plaque as a microbial biofilm. *Caries Res* 2004;38(3):204–211.
18. Mensi M, Scotti E, Sordillo A et al. Clinical evaluation of air polishing with erythritol powder followed by ultrasonic calculus removal versus conventional ultrasonic debridement and rubber cup polishing for the treatment of gingivitis: A split-mouth randomized controlled clinical trial. *Int J Dent Hyg* 2022;20(2):371–380.
19. Merget R, Bauer T, Küpper HU et al. Health hazards due to the inhalation of amorphous silica. *Arch Toxicol* 2002;75(11-12): 625–634.
20. Petersilka G, Koch R, Vomhof A et al. Retrospective analysis of the long-term effect of subgingival air polishing in supportive periodontal therapy. *J Clin Periodontol* 2021;48(2): 263–771.
21. Petersilka GJ, Steinmann D, Haberlein I et al. Subgingival plaque removal in buccal and lingual sites using a novel low abrasive air-polishing powder. *J Clin Periodontol* 2003;30(4):328–333.
22. Strafela-Bastendorf N, Bastendorf KD. Einsatz von Pulvern in der professionellen Prophylaxe. *Der Freie Zahnarzt* 2019;63(7):82–87.
23. Strafela-Bastendorf N, Bastendorf KD. Erythritol – Ein Zuckeraustauschstoff macht Karriere in der Zahnmedizin. *Zahnärztl Mitt* 2020;110(14):42–46.
24. Strafela-Bastendorf N, Bastendorf KD. Mythos Politur in der Prophylaxe. *Prophylaxe Impuls* 2023;27:134–137.
25. Taeger D, McCunney R, Bailer U et al. Cross-sectional study on nonmalignant respiratory morbidity due to exposure to synthetic amorphous silica. *J Occup Environ Med* 2016;58(4): 376–384.
26. Tan SL, Grewal GK, Mohamed Nazari NS et al. Efficacy of air polishing in comparison with hand instruments and/or power-driven instruments in supportive periodontal therapy and implant maintenance: A systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health* 2022;22(1):85.
27. Thakkar-Samtani M, Heaton LJ, Kelly AL et al. Periodontal treatment associated with decreased diabetes mellitus related treatment costs: An analysis of dental and medical claims data. *J Am Dent Assoc* 2023; 154(4):283–292.
28. Tonetti MS, Chapple IL, Jepsen S et al. Primary and secondary prevention of periodontal and peri-implant diseases: Introduction to, and objectives of the 11th European Workshop on Periodontology consensus conference. *J Clin Periodontol* 2015;42(Suppl 16): S1–S4.
29. Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition. *J Periodontol* 2018;89(Suppl 1): S159–S172.
30. Vouros I, Antonoglou GN, Anoixiadou S et al. A novel biofilm removal approach (Guided Biofilm Therapy) utilizing erythritol air-polishing and ultrasonic piezo instrumentation: A randomized controlled trial. *Int J Dent Hyg* 2022; 20(2):381–390.
31. Warentest/Stiftung. Professionelle Zahnreinigung. *Test* 2015;7:86–90.
32. Wolgin M, Frankenhauser A, Shakavets N et al. A randomized controlled trial on the plaque-removing efficacy of a low-abrasive air-polishing system to improve oral health care. *Quintessence Int* 2021;52 (9):752–762.
33. World Health Organization. Political declaration of the third high-level meeting of the general assembly on the prevention and control of noncommunicable diseases. Report by the Director-General. EB150/7: 11.01.2022. Internet: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB150/B150_7-en.pdf. Abruf: 15.12.2023.



Marcel Donnet

Dr. rer. nat., PhD
 EMS Electro Medical Systems
 Ch. de la Vuarpillière 31
 1260 Nyon
 Schweiz
 E-Mail: mdonnet@ems-ch.com

GUIDED **BIOFILM** THERAPY

AIRFLOW® PLUS PULVER



"I FEEL GOOD"

"Ich bin auch eine Trinkflasche!"



MEHR ÜBER DAS ORIGINAL AIRFLOW® PLUS PULVER



red dot winner 2021

EMS+
MAKE ME SMILE.