



Fluoridierung

Unterschiede zwischen Fluorid und Fluor

Manchmal sind es die kleinen Dinge, die einen großen Unterschied ausmachen. Der kleine Unterschied im Begriff Fluor beziehungsweise Fluorid ist das beste Beispiel hierfür. Doch wieso ist es wichtig, diesen Unterschied zu kennen?

Im klinischen Alltag sind Fluoridierungsmaßnahmen an der Tagesordnung – sei es zur Behandlung lokal empfindlicher freiliegender Zahnhälse, nach einer professionellen Zahnreinigung (PZR) oder im Rahmen einer Individualprophylaxe (IP). Es kommt vor, dass Patienten eine ablehnende Haltung gegenüber der lokalen Anwendung von Fluoriden zeigen – und dies liegt am unzureichendem Wissen über Fluoride. Daher ist es wichtig, den Unterschied zwischen Fluor und Fluoriden, deren Wirkweise und die Vorteile der Nutzung sowie Nachteile der Nichtanwendung zu kennen und Patienten die Angst zu nehmen.

CHEMISCHE GRUNDLAGEN

Bei Fluor handelt es sich um ein ätzendes, hochgiftiges Gas, das unter Normalbedingun-

gen (23 °C, 1 bar) im molekularen Zustand (als F₂) vorliegt. Im Periodensystem ist es in der 7. Hauptgruppe, den Halogenen, aufzufinden und ist das elektronegativste aller Elemente. Dies hat zur Folge, dass es eines der stärksten Oxidationsmittel ist und mit fast allen anderen Elementen reagieren kann¹.

Das Hinzufügen der Endung -id signalisiert bei den natürlichen Elementen der 7. Hauptgruppe, dass es sich bei einem Atom oder Molekül nicht mehr um ein neutrales Teilchen handelt, sondern dass es nun über eine Ladung verfügt. Geladene Teilchen werden als Ionen bezeichnet. Durch diesen Prozess wird beispielsweise aus der giftigen Fluorwasserstoffsäure ein Salz – wie Chlorid in unserem alltäglichen Speisesalz².

In der Natur kommen Fluoride meistens in Form von Mineralen vor, welche sich in unterschiedlicher Konzentration überall auf der Welt im Grundwasser, der Luft, im Erdboden und in Nahrungsmitteln finden lassen³⁻⁶. In Deutschland beträgt der durchschnittliche Fluoridgehalt im Trinkwasser (an 90 % der Standorte) weniger als 0,3 mg F⁻ pro Liter Wasser. Zum

Vergleich: Meerwasser enthält durchschnittlich 1 mg F⁻ auf einem Liter Wasser⁷.

Ein erwachsener Mensch nimmt mit der Nahrung täglich zwischen 0,5–0,8 mg Fluorid zu sich⁴.

WIRKUNG VON FLUORIDEN AUF DIE ZAHNHARTSUBSTANZ (ZHS)

Fluorid ist, anders als Natriumionen und Chlorid, kein lebenswichtiger Stoff für den Organismus. Es gibt keinen bekannten Stoffwechselprozess, der die Anwesenheit von Fluorid fordert⁹. Trotzdem hat Fluorid einen positiven Einfluss auf die Festigkeit von Knochen und Zähnen^{4,9}. Die systemische Gabe von Fluoriden führt insbesondere während der Entwicklung und präeruptiven Mineralisation der Zähne zum Einbau von Fluoridionen in das Kristallgitter des Hydroxylapatits (ca. 10 % der Hydroxyli-onen werden durch Fluorid im Apatit ausgetauscht). Zudem wirken systemisch aufgenommene Fluoride, durch deren Sekretion mit dem Speichel, lokal an der Oberfläche durchgebrochener Zähne. Die lokale Anwendung von Fluoriden durch die tägliche Mundhygiene führt zu einer weiteren Aufnahme der Ionen in und um das Kristallgitter des Hydroxyapatits. Diese lokalen Fluoridierungsmaßnahmen haben einen höheren Stellenwert in der Kariesprophylaxe als die präeruptive, systemische Fluoridgabe.

Die kariostatische Wirkung von Fluoriden beruht im Wesentlichen auf zwei Mechanismen:

Zum einen wird die Remineralisation gefördert und die Demineralisation gehemmt. Zusätzlich bilden Fluoride an der Oberfläche eine Calciumfluoridschicht, welche als Schutzschicht bei Säureexposition fungiert^{4,5,9}.

AUSWIRKUNG ZAHNÄRZTLICHER PROPHYLAXE IN DEUTSCHLAND

In Deutschland ist schon seit längerem ein Rückgang der Kariesprävalenz insbesondere

bei Kindern festzustellen. 1999 wurde in der Dritten Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS III) erhoben, dass rund 42 % der 12-Jährigen ein kariesfreies Gebiss aufweisen¹⁰. 2005 (DMS IV) war dies mit 70 %¹¹ und im Jahr 2014 (DMV 5) mit 81 %¹² zu beziffern. Die Anzahl kariesfreier Gebisse hat sich damit in dieser Altersgruppe innerhalb von 15 Jahren verdoppelt.

2004 wurde die Individualprophylaxe für Kinder in den Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenversicherungen aufgenommen. Auch die Anwendung lokaler Fluoridierung (IP4) ist Bestandteil dessen und kann von Kindern ab dem Durchbruch des 1. permanenten Molaren zweimal jährlich in Anspruch genommen werden¹³.

WAHL DES RICHTIGEN PRÄPARATS ZUR ADÄQUATEN FLUORIDIERUNG

Vor dem ersten Zahndurchbruch sollten Säuglinge täglich eine Vitamin-D-Fluoridtablette lutschen, um die topische und systemische Wirkung zur Kariesprophylaxe zu erfahren¹⁴. Mit Einnahme von fluoridhaltigen Speisesalz oder der Nutzung einer fluoridhaltigen Zahnpasta wird die Einnahme der Vitamin-D-Fluoridtabletten beendet.

Im frühen Kindesalter sollte zum Zähneputzen eine Zahnpasta mit einem Fluoridgehalt von 1.000 ppm verwendet werden. Ab dem ersten Milchzahn sollte das Zähneputzen mit einer reiskorngroßen Menge 2-mal täglich erfolgen. Zwischen dem 2. und 6. Lebensjahr kann die Menge der 1.000 ppm-haltigen Zahnpasta auf Erbsengröße erhöht werden¹⁵. Allgemein sollte dringend darauf geachtet werden, dass das Kleinkind keine Zahnpasta verschluckt.

Mit dem Durchbruch des 6-Jahr-Molaren sollte der Umstieg auf eine Zahnpasta mit einem Fluoridgehalt von 1.500 ppm erfolgen. Im bleibenden Gebiss zeigt eine geringere Fluoriddosierung der Zahnpasta keinen kariespro-



Abb. 1 Milde Ausprägung einer dentalen Fluorose an Zahn 11.



Abb. 2 Starke Ausprägung einer dentalen Fluorose, insbesondere im Oberkiefer, mit deutlicher ästhetischer Einschränkung.

TOXIZITÄT

Die wahrscheinlich toxische Dosis („probably toxic dose“, PTD) für Fluorid lässt sich individuell mit der Formel $PTD = 5 \text{ mg/kg Körpergewicht (KG)}$ berechnen⁸. Bei Aufnahme von Fluoriden jenseits der individuellen PTD während der Entwicklungsphase kann es zur Entstehung einer dentalen und skelettalen Fluorose kommen.

Fluorosen zeichnen sich durch Deformationen und Verhärtungen der Knochensubstanz aus. An den Zähnen tritt diese in milden Ausprägungen in Form von weißen Flecken (Abb. 1) auf, in schweren Fällen befinden sich gelbliche bis bräunliche, flächige Flecken auf den Zähnen, die zu starken ästhetischen Einschränkungen führen können (Abb. 2)^{3,4}.

FAZIT

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Wirkung von Fluoriden auf die Zahnhartsubstanz eine bedeutende Rolle in der Kariesprävention spielt. Obwohl sie nicht essenziell für den Körper sind, haben Fluoride einen nachweislich positiven Einfluss auf die Festigkeit von Knochen und Zähnen.

Seit der Einführung der zahnärztlichen Prophylaxe und gezielter Fluoridanwendung in den Katalog der Krankenkassen hat sich die Anzahl kariesfreier Gebisse, insbesondere bei Kindern, erheblich gesteigert. Die Wahl des geeigneten Fluoridpräparats und eine angemessene Anwendung sind Schlüsselfaktoren für eine erfolgreiche Kariesprävention. Dabei sollte jedoch das Potenzial der Toxizität von Fluoriden nicht außer Acht gelassen werden. Ein Beispiel verdeutlicht dies: Ein 3-jähriges Kind mit 14 kg KG erreicht die toxische Dosis noch nicht, selbst wenn es eine 50-ml-Packung Zahnpasta mit 1.000 ppm Fluorid auf einmal verzehrt. Ein 6-jähriges Kind (mit durchschnittlich 21 kg KG) überschreitet die

Tab. 1 Zusammenfassung der Fluoridierungsempfehlung^{14,15}.

	Geburt bis 1. Milchzahn	1. Milchzahn bis 1. bleibender Zahn	ab 1. bleibendem Zahn	erhöhtes Kariesrisiko
Fluoridtablette	ja (wenn keine anderen Fluoridquellen vorliegen)	nein	nein	nein
Fluoridgehalt in Zahnpasta (ppm)	0	1.000	1.500	wöchentlich einmalig 12.500 alle 3–6 Monate einmalig 22.600 (Praxis)

phylaktischen Effekt¹⁴. Ergänzend sind noch höher dosierte Präparate mit 12.500 ppm für die wöchentliche häusliche Anwendung sowie noch höher dosierte Präparate mit 22.600 ppm für die Behandlung, je nach Indikation alle 3–6 Monate, in der zahnärztlichen Praxis¹⁴ verfügbar.

toxische Dosis erst, wenn es eine gesamte Packung Zahnpasta (75 ml, entspricht ca. 100 g) mit 1.500 ppm Fluorid auf einmal isst. Daher ist es unerlässlich, die Zahnpasta an einem Ort aufzubewahren, der für Kinder alleine nicht erreichbar ist.

Die Fortschritte in der Kariesprophylaxe und die Erkenntnisse über die optimale Anwendung sind Meilensteine auf dem Weg zu einer verbesserten Mundgesundheit und tragen dazu bei, ästhetische sowie gesundheitliche Beeinträchtigungen zu minimieren.

LITERATUR

1. Buchbesprechung. Wilhelm E, Mortimer CE. Das Basiswissen der Chemie in Schwerpunkten. Mit Übungsaufgaben. 3., neubearbeitete Auflage. XIV, 810 Seiten, mit 206 zweifarbigen Abb. und 102 Tab. Georg Thieme Verlag, Stuttgart-New York 1980. Kart. DM 59,-. Starch 1981;33(6):213-214.
2. Riedel E, Janiak C. Anorganische Chemie. De Gruyter Studium. Berlin: De Gruyter, 2010.
3. BgVV. Verwendung fluoridierter Lebensmittel und die Auswirkung von Fluorid auf die Gesundheit, 2002. Internet: https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/verwendung_fluoridierter_lebensmittel_und_die_auswirkung_von_fluorid_auf_die_gesundheit.pdf. Abruf: 19.07.2023
4. Hellwig E, Schäfer E, Klimek J, Attin T. Einführung in die Zahnerhaltung: Prüfungswissen Kariologie, Endodontologie und Parodontologie. 7. überarb. Auflage. Köln: DÄV, 2018.
5. World Health Organization. Inadequate or excess fluoride: A major public health concern, 2019. Internet: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-CED-PHE-EPE-19.4.5>. Abruf: 19.07.2023.
6. Wong MCM, Clarkson J, Glenn AM et al. Cochrane reviews on the benefits/risks of fluoride toothpastes. J Dent Res 2011;90(5):573-579.
7. Bundesinstitut für Risikobewertung. Durchschnittlicher Fluoridgehalt in Trinkwasser ist in Deutschland niedrig., 2005. Internet: https://mobil.bfr.bund.de/cm/343/durchschnittlicher_fluoridgehalt_in_trinkwasser_ist_in_deutschland_niedrig.pdf. Abruf: 19.07.2023
8. Buzalaf MAR, Whitford GM. Fluoride metabolism. Monogr Oral Sci 2011;22:20-36.
9. Stegeman CA, Davis JR. Zahnmedizin und Ernährung: Basiswissen – Beratung – Prävention. 1. Aufl. München: Elsevier, Urban & Fischer, 2007.
10. Micheelis W, Reich E. Dritte deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III), 1997. Internet: https://www.idz.institute/fileadmin/Content/Publikationen-PDF/Bd_21-Dritte_Deutsche_Mundgesundheitsstudie_DMS_III.pdf. Abruf: 19.07.2023.
11. Micheelis W, Schiffner U. Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV), 2006. Internet: https://www.idz.institute/fileadmin/Content/Publikationen-PDF/Bd_31-Vierte_Deutsche_Mundgesundheitsstudie_DMS_IV.pdf. Abruf: 19.07.2023.
12. Jordan AR, Micheelis W. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V), 2016. Internet: https://www.idz.institute/fileadmin/Content/Publikationen-PDF/Bd_35-Fuenfte_Deutsche_Mundgesundheitsstudie_DMS_V.pdf. Abruf: 19.07.2023.
13. Zehetmeier B, Kalhofer R. Abrechnung Transparent. IP Leistungen. BZBplus 2019;11:20-22.
14. DGZMK. S2k-Leitlinie. Fluoridierungsmaßnahmen zur Kariesprophylaxe. 2013. AWMF-Register Nr. 083/001
15. Berg B, Cremer M, Flothkötter M et al. Kariesprävention im Säuglings- und frühen Kindesalter. Monatsschr Kinderheilkd 2021;169(6):550-558.



SABRINA KUHNE

Zahnärztin
 Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
 Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
 (Carolinum) der Johann Wolfgang Goethe-Universität
 Frankfurt am Main
 E-Mail: kuhne@med.uni-frankfurt.de



DENISE SCHLEE

Dr. med dent.
 Poliklinik für Zahnerhaltung
 Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
 (Carolinum) der Johann Wolfgang Goethe-Universität
 Frankfurt am Main