HAP E-Book

Entdecke die Kraft
von Hydroxylapatit (HAP)



frsh.

Inhalt

1 HAP: Eine unerwartete Entdeckung 02

2 Was ist Hydroxylapatit (HAP)? 04

3 Wie HAP am Zahnschmelz wirkt 05

4 Vorteile von Hydroxylapatit 07

5 Wissenschaftlicher Überblick 09

6 Literatur 11

frsh.

1 HAP: Eine unerwartete Entdeckung

In den 1960er-Jahren machte ein leitender NASA-Wissenschaftler am Electronics Research Center der NASA in Cambridge, Massachusetts, eine unerwartete Entdeckung, die Weltraumforschung und Mundgesundheit verbinden sollte.

Bernard Rubin züchtete Kristalle für Halbleiter und stellte fest, dass in Silicagel hochwertigere Kristalle entstehen. Daraus folgte eine bahnbrechende Erkenntnis: Das Kristallwachstum im Gel glich stark der Art, wie Calciumphosphat bei der Knochenbildung kristallisiert.

Diese Einsicht brachte eine Idee hervor. Hydroxylapatit (HAP), eine Form von Calciumphosphat, ist der wichtigste mineralische Bestandteil von Zähnen und Knochen. Rubin und seine Kollegen erkannten, dass sich ihre Ergebnisse auf die Zahngesundheit übertragen liessen. Sie meldeten ein Patent für ein Verfahren an, mit dem sich Zähne reparieren lassen, indem Hydroxylapatit-Kristalle direkt auf der Zahnoberfläche wachsen.

Ursprünglich wollte die NASA den Verlust an Knochen- und Zahndichte bei Astronauten in der Schwerelosigkeit bekämpfen. Doch die Forschung reichte weit über die Raumfahrt hinaus: Shuji Sakuma wurde auf das Patent aufmerksam, erwarb es und brachte nach mehreren Jahren Forschung 1980 in Japan die weltweit erste Zahnpasta mit Hydroxylapatit auf den Markt.



Das Besondere an Hydroxylapatit in der Zahnpflege ist seine Fähigkeit, Zähne zu remineralisieren. Es repariert den Zahnschmelz im Grunde, indem es genau den Stoff liefert, aus dem Zähne natürlicherweise bestehen. Anders als Fluorid ist Hydroxylapatit biokompatibel und damit auch beim versehentlichen Verschlucken völlig unbedenklich.

In den letzten vier Jahrzehnten hat die Forschung gezeigt, dass Hydroxylapatit nicht nur Karies vorbeugt, sondern auch Empfindlichkeit reduziert und ein gesünderes orales Mikrobiom fördert.



2 Was ist Hydroxylapatit (HAP)?

Hydroxylapatit (HAP) ist eine natürlich vorkommende Form von Calciumapatit.

Dieses Mineral mit der chemischen Formel $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ macht rund 70 % des Knochengewichts aus, etwa 97 % des Zahnschmelzes und rund 70 % der inneren Zahnschicht (Dentin). NASA-Forscher erkannten: Wenn sie die Kraft von HAP nutzen könnten, liesse sich der Mineralverlust im Weltraum vielleicht ausgleichen.

In Zahnpflegeprodukten können Mikro-HAP-Partikel an der Zahnoberfläche haften und sogar in tiefere Schichten des Zahnschmelzes eindringen. Indem sich die HAP-Partikel an die Zähne binden, füllen sie mikroskopisch kleine Defekte und Poren im Zahnschmelz. Mit der Zeit kann dieser Prozess die Zähne remineralisieren, frühe Kariesstadien möglicherweise rückgängig machen und die gesamte Zahnstruktur stärken.

Die Vorteile von HAP enden nicht bei der Remineralisierung. Studien zeigen, dass HAP auch:

1. die Zahnempfindlichkeit reduziert, indem es Dentinkanälchen verschliesst
2. die Zähne auf natürliche Weise aufhellt
3. hilft, ein gesundes orales Mikrobiom zu erhalten
4. den pH-Wert im Mund stabilisiert, was Karies weniger begünstigt

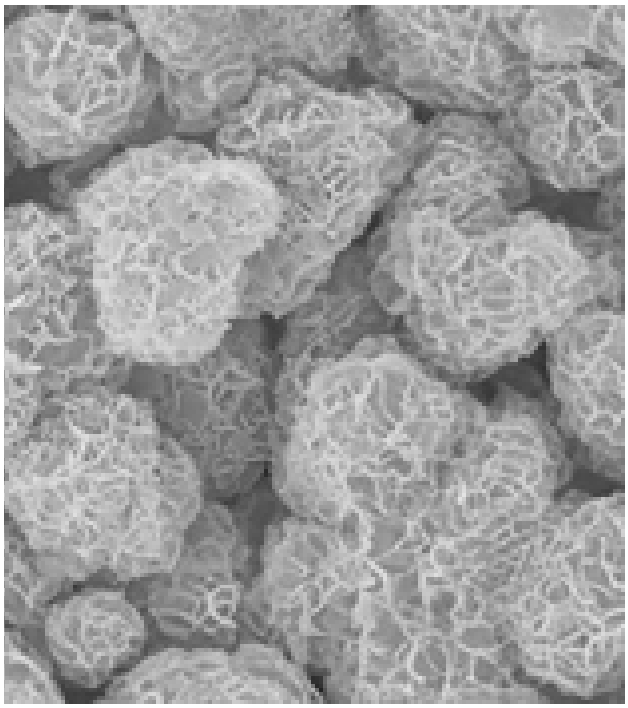


Abb. 1: Visualisierung von HAP-Mineralien

3 Wie HAP am Zahnschmelz wirkt

Unsere Zähne sind ständig Säuren, Bakterien und der alltäglichen Abnutzung ausgesetzt.

Zahnschmelz, die härteste Substanz im menschlichen Körper, besteht bereits aus dicht gepackten HAP-Kristallen. Diese bilden lange, dünne Strukturen, sogenannte Prismen, die ineinandergreifen und die starke, schützende Aussenschicht unserer Zähne bilden. Undurchdringlich ist Zahnschmelz aber nicht: Tägliche Säureangriffe durch Essen, Getränke und Bakterien können diese Kristalle auflösen. Das führt zu Demineralisierung und schliesslich zu Karies.

Viele glauben, Fluorid sei der einzige Wirkstoff, der Karies vorbeugt. Doch HAP kann das ebenso – und hat zusätzliche Vorteile.

Wenn du HAP auf deine Zähne aufbringst, sind die Partikel klein genug, um in die Mikroporen einzudringen, die durch Säureerosion entstanden sind. Wie mikroskopisch kleine Bausteine füllen sie diese Lücken und flicken geschwächte Stellen im Zahnschmelz. Doch damit nicht genug.

Die HAP-Partikel lösen einen Prozess aus, der Remineralisierung heisst. Sie wirken als Kristallisationskeime und ziehen Calcium- und Phosphat-Ionen aus dem Speichel und anderen Quellen an. Diese Ionen kristallisieren und bauen die Schmelzstruktur nach und nach wieder auf.





Die Vorteile von HAP gehen über die Kariesvorbeugung hinaus: Es kann die Zahnempfindlichkeit reduzieren, indem es freiliegende Dentinkanälchen verschliesst. Und besonders wichtig für alle, die auf Fluorid achten: HAP ist auch verschluckt völlig unbedenklich – es ist derselbe Stoff, aus dem dein Körper Knochen und Zähne aufbaut.

Letztlich ist HAP ein Beispiel für Biomimetik – Wissenschaft, die von der Natur lernt, um Probleme zu lösen. Mit genau dem Stoff, aus dem unser Körper starke Zähne baut, hat die Forschung ein wirkungsvolles Werkzeug für die Mundgesundheit geschaffen.

Bei regelmässiger Anwendung können die HAP-Partikel eine neue Schutzschicht auf der Zahnoberfläche bilden. Diese füllt nicht nur bestehende Schäden, sondern macht den Zahn auch widerstandsfähiger gegen künftige Säureangriffe.

«Das Zusammenspiel von HAP und Zahnschmelz zeigt die Kraft der Biomimetik – Wissenschaft, die von der Natur lernt.»

4 Vorteile von Hydroxylapatit

Remineralisierung

Beim Essen bauen Bakterien Zucker zu Säure ab, die den Zahn angreift. Mit der Zeit können so winzige Schäden entstehen – die Anfänge von Karies. Hydroxylapatit kann diese mikroskopischen Defekte reparieren: Die HAP-Partikel füllen die Mikrolücken und bauen den Zahnschmelz im Grunde wieder auf. Anders als Fluorid, das vor allem an der Oberfläche wirkt, kann HAP tiefer in die Schmelzstruktur eindringen und sorgt so für eine umfassendere Reparatur.



Abb. 2: Visualisierung: HAP füllt einen Mikrodefekt

Kariesvorbeugung

HAP spielt auch eine wichtige Rolle dabei, neue Karies zu verhindern. Es bildet eine Schutzschicht auf der Zahnoberfläche und wirkt so als Schild gegen Säureangriffe. Zudem stört HAP nachweislich die Anhaftung von Bakterien an der Zahnoberfläche. Das erschwert die Plaquebildung und senkt die Bakterienlast im Mund. Dieser mehrgleisige Ansatz macht HAP zu einem starken Verbündeten für die Mundgesundheit.



Abb. 3: Zahnröntgenbild zur Kariesdiagnose

Weniger Zahnempfindlichkeit

Empfindliche Zähne sind für viele ein tägliches Problem, das einfache Freuden wie ein Glace zur schmerzhaften Erfahrung macht. HAP schafft Abhilfe, indem es die mikroskopisch kleinen Kanälchen im Dentin füllt, die freiliegen, wenn sich der Zahnschmelz abnutzt. Indem HAP diese Wege zu den Nervenenden blockiert, verringert es die Weiterleitung von Temperatur- und Druckreizen und desensibilisiert so die Zähne. Anders als manche Behandlungen, die die Nervenenden betäuben, setzt HAP bei der Ursache an und repariert die Zahnstruktur selbst. (Limeback, Enax & Meyer, 2023)

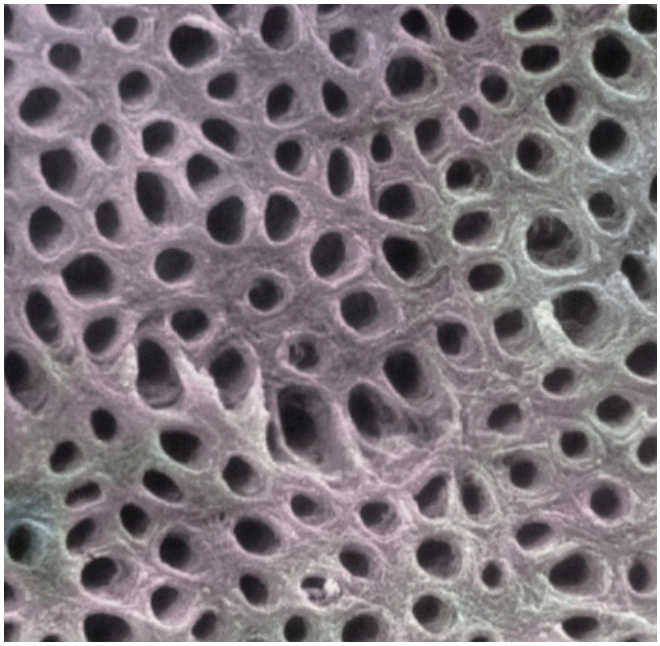


Abb. 4: Dentinkanälchen in 2000-facher Vergrösserung

Aufhellende Wirkung

Studien zeigen, dass HAP eine natürlich aufhellende Wirkung haben kann (Limeback, Meyer & Enax, 2023). HAP füllt Unebenheiten und Mikrorisse im Zahnschmelz und schafft so eine glattere, stärker reflektierende Oberfläche. Das kann die Zähne mit der Zeit sichtbar aufhellen. Zudem hilft HAP, verfärbende Moleküle abzuweisen, und erhält so die Helligkeit – ein nachhaltiger Ansatz zur Zahnaufhellung, auch wenn die Wirkung nicht so stark ist wie bei klassischen Bleichmitteln wie Wasserstoffperoxid.

Fazit: Hydroxylapatit steht für einen Paradigmenwechsel in der Zahnpflege. Weil HAP im Einklang mit der natürlichen Zusammensetzung unserer Zähne wirkt, bietet es einen ganzheitlichen Ansatz für die Zahngesundheit. Mit jeder neuen Studie zeigt sich mehr von seinem Nutzen – HAP hat das Potenzial, zum Grundpfeiler moderner Zahnpflege zu werden: für stärkere, gesündere und hellere Zähne.

5 Wissenschaftlicher Überblick

Hydroxylapatit (HAP) hat sich als vielversprechende Alternative zu Fluorid in Zahnpflegeprodukten etabliert. Dieses Kapitel erklärt die wissenschaftlichen Grundlagen der Wirksamkeit von HAP und stellt Studien vor, die seinen Einsatz in der Zahnpflege stützen.

1. Chemische Zusammensetzung und biomimetische Eigenschaften

Mit der chemischen Formel $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ ist HAP der wichtigste mineralische Bestandteil von Zahnschmelz und Dentin. Dank seiner biomimetischen Natur fügt es sich nahtlos in die natürliche Zahnstruktur ein und eignet sich daher ideal zur Remineralisierung und Kariesvorbeugung. Anders als Fluoride können Hydroxylapatite ohne Dosierungsgrenzen (keine regulatorischen Einschränkungen) verwendet werden und sind für alle Altersgruppen sicher. (Pawinska et al., 2023)

2. Wirksamkeit bei der Remineralisierung

Mehrere Studien und wissenschaftliche Reviews belegen, dass HAP beginnende Kariesläsionen remineralisieren kann:

- Limeback et al. (2021) kamen zum Schluss, dass HAP kariöse Läsionen rückgängig macht und remineralisiert sowie zusätzlich Calcium und Phosphat für eine bessere Remineralisierung liefert.

- Amaechi et al. (2019) verglichen eine Zahnpasta mit 10 % HAP mit einer Zahnpasta mit 500 ppm Fluorid. HAP remineralisierte beginnende Kariesläsionen an Kinderzähnen ebenso wirksam.

3. Kariesvorbeugung

Klinische Studien liefern starke Belege für die kariesvorbeugende Wirkung von HAP:

- Paszynska et al. (2023) verglichen in einer 18-monatigen doppelblinden, randomisierten klinischen Studie bei Erwachsenen eine fluoridfreie HAP-Zahnpasta mit einer Zahnpasta mit 1450 ppm Fluorid. Die HAP-Zahnpasta beugte Karies ebenso wirksam vor wie die Fluorid-Zahnpasta.

- Schlagenhauf et al. (2018) zeigten bei Patienten in kieferorthopädischer Behandlung, dass eine HAP-Zahnpasta einer Zahnpasta mit 1400 ppm Fluorid in der Kariesvorbeugung nicht unterlegen ist.

- Amaechi et al. (2020) zeigten in einer In-vitro-pH-Cycling-Studie, dass ein Gel mit 15 % HAP ebenso wirksam war wie ein Fluoridgel mit 12 500 ppm. Die Studie fand zwar im Labor statt, ist aber ein vielversprechender Hinweis auf die kariesvorbeugende Wirkung von HAP – denn so hoch konzentrierte Fluoridgele unterliegen Anwendungsbeschränkungen, HAP hingegen nicht.

- Eine systematische Übersichtsarbeit von Epple et al. (2022) kam zum Schluss, dass Zahnpflegeprodukte mit HAP mindestens so wirksam wie Fluorid Karies vorbeugen und beginnende Läsionen remineralisieren.

Diese Studien zeigen, dass HAP eine echte Alternative zu Fluorid ist, wenn es um Kariesvorbeugung und Remineralisierung geht. Dank seines hohen Sicherheitsprofils für Körper und Umwelt sowie der zusätzlichen Vorteile – weniger Empfindlichkeit und natürliche Aufhellung – ist HAP ein vielseitiger und sehr wirkungsvoller Wirkstoff für die Zahnpflege.

6 Literatur

Amaechi, B., AbdulAzees, P., Alshareif, D., Shehata, M., Lima, P., Abdollahi, A., . . . Evans, V. (2019). Comparative efficacy of a hydroxyapatite and a fluoride toothpaste for prevention and remineralization of dental caries in children. BDJ Open, 5(1).

Amaechi, B., AbdulAzees, P., Okoye, L., Meyer, F., & Enax, J. (2020). Comparison of hydroxyapatite and fluoride oral care gels for remineralization of initial caries: a pH-cycling study. BDJ Open, 6(1).

Epple, M., Enax, J., & Meyer, F. (2022). Prevention of Caries and Dental Erosion by Fluorides—A Critical Discussion Based on Physico-Chemical Data and Principles. Dentistry Journal, 10(1).

Limeback, H., Enax, J., & Meyer, F. (2021). Biomimetic hydroxyapatite and caries prevention: a systematic review and meta-analysis. Can J Dent Hyg, 148-159.

Limeback, H., Enax, J., & Meyer, F. (2023). Clinical Evidence of Biomimetic Hydroxyapatite in Oral Care Products for Reducing Dentin Hypersensitivity: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. Biomimetics, 8(1).

Limeback, H., Meyer, F., & Enax, J. (2023). Tooth Whitening with Hydroxyapatite: A Systematic Review. Dentistry Journal, 11(2).

Paszynska, E., Pawinska, M., Enax, J., Meyer, F., Schulze zur Wiesche, E., May, T., . . . Gawriolek, M. (2023). Caries-preventing effect of a hydroxyapatite-toothpaste in adults: a 18-month double-blinded randomized clinical trial. Frontiers in Public Health, 11.

Pawinska, M., Paszynska, E., Limeback, H., Amaechi, B., Fabritius, H., Ganss, B., . . . Enax, J. (2023). Hydroxyapatite as an active ingredient in oral care: an international symposium report. Bioinspired, Biomimetic and Nanobiomaterials, 13(1).

Schlagenhauf, U., Kunzelmann, K.-H., Hannig, C., May, T., Hösl, H., Gratza, M., . . . Proff, P. (2018). Microcrystalline hydroxyapatite is not inferior to fluorides in clinical caries prevention: a randomized, double-blind, non-inferiority trial. bioRxiv.

frsh möchte, dass du dein bestes Lächeln zeigst – deshalb entwickelt frsh Zahnpflegeprodukte mit Hydroxylapatit und weiteren innovativen, wissenschaftlich fundierten Wirkstoffen. So kannst du optimal für dein wertvollstes Gut sorgen: dein Lächeln.

Besuche **www.feelfrsh.com** und werde Teil der HAP-Revolution – folge uns auf Instagram **@feel.frsh**

Zusammengestellt von:
Dr. Francisco Barbosa
Zahnarzt, frsh AG

Fabian Frei
Mitgründer, frsh AG

© frsh AG - V1.1 DE

frsh.