

# Zum Stoffwechsel des Fluors

Autor(en): **Fellenberg, Th. von / Schmid, Hch.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **40 (1949)**

Heft 5-6

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-983809>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Zusammenfassung

6 Monate nach der Niederkunft eines Elefanten wurde die Milch untersucht. Diese sehr fettreiche Milch wies einen eigenartigen, an Kokosfett erinnernden Geruch auf. Deren Hauptkennzahlen wurden bestimmt.

### Littérature

- 1) D'après C. Griebel Z.U.L. **72**, 46 (1936); Z. für Kinderheilkunde **45**, 310 (1928).
- 2) W. P. Wilkinson et E. R. C. Peters, Z.U.N.G. **16**, 172 (1908).
- 3) J. B. Sumner and G. F. Sommers: «Chemistry and methods of enzymes», Academic Press Inc., New York 1947.
- 4) J. König: «Chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel», I, 273 (1903).
- 5) A. Wynter Blyth and M. Wynter Blyth, revised by H. E. Cox: «Foods, Their Composition and Analysis», London 1927.
- 6) P. G. Heinemann: «Milk», W. B. Saunders Company, Philadelphia and London 1919.
- 7) E. Pijanowski: Chemia i higiena mleka, Warszawa 1948.
- 8) E. Polenske, Z.U.N.G. **7**, 273 (1904).

## Zum Stoffwechsel des Fluors

Von Th. von Fellenberg, Muri/Bern, und Hch. Schmid, Vorsteher  
der Schulzahnklinik Unterstrass, Zürich

Es ist schon wiederholt beobachtet worden, dass eine gute Vitaminversorgung die Zähne gegen Karies widerstandsfähiger macht. Ösch<sup>1)</sup> führte an 9 Kindern während 5 Jahren einen Versuch durch, indem er Polyvitamintabletten (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, D) verabreichte. Nach dieser langen Versuchsdauer trat eine einzige kariöse Stelle auf. Welche der 5 Vitamine speziell gewirkt haben, geht aus den Versuchen nicht hervor. Nach Schmuziger<sup>2)</sup> wirkt sich der Mangel an Vitamin A frühzeitig auf die Zahnanlage, solcher an Vitamin D in Verkalkungsschäden aus.

### 1. Fütterungsversuch mit Lebertran und Fluor am Meerschweinchen

Bei unsern Versuchen wurden die Vitamine A und D in Form von Medizinallertran verabreicht, welcher von alters her als ein kariesverhütendes Mittel angesehen wird. Wir gingen aber nicht etwa darauf aus, nachzuweisen, ob Lebertran eine Wirkung auf die Zähne der Versuchstiere habe, sondern es interessierte uns, zu prüfen, ob eine solche Wirkung über das Fluor gehe, d.h. ob bei der Verfütterung von Lebertran eine erhöhte F-Menge von dem sich bildenden Zahn aufgenommen werde.

In einem weiteren Versuch wurde Fluor in Form von Natriumfluorid gegeben und die Aufnahme durch die Knochen und Zähne geprüft. Die F-Menge näherte sich dabei der kritischen Grenze, oberhalb welcher die Gefahr gefleckten Schmelzes auftritt. Ein 300 g schweres Tier erhielt täglich 0,1 mg NaF = 0,045 mg F. Das wäre dasselbe, wie wenn ein 67 kg schwerer Mensch täglich 1 mg F aufnehmen würde, etwa, indem er mit der Nahrung 1 Liter Wasser mit 1 mg F konsumierte. Im verwendeten Lebertran liess sich kein F nachweisen.

Man fütterte bereits die Mütter der eigentlichen Versuchstiere in der beabsichtigten Weise, damit die Jungen schon intrauterin die vorgeschriebene Nahrung erhielten. Man liess 3 ca. 300 g schwere weibliche Tiere decken und fütterte sie wie folgt:

1. Kontrolltier mit Kleie, Heu, Karotten, 1 cm<sup>3</sup> Erdnussöl pro Tag.
2. Lebertrantier mit Kleie, Heu, Karotten, 1 cm<sup>3</sup> Lebertran pro Tag.
3. Fluortier mit Kleie, Heu, Karotten, 1 cm<sup>3</sup> Erdnussöl, 0,1 mg NaF pro Tag.

Die Kleie diente als Träger für das Öl und das NaF. Die Tiere erhielten stets morgens früh das mit Kleie angerührte Öl, bei Nr. 3 samt dem NaF, und erst als das verzehrt war, bekamen sie Heu und Karotten.

Die Tiere Nr. 1 und 3 warfen 2, das Tier Nr. 2 warf 3 Junge. Man vermehrte schon während der Trächtigkeit und weiter nach der Geburt der Jungen die Futtermenge entsprechend und brachte die Jungen, als sie nicht mehr gesäugt wurden, in besondere Käfige und fuhr mit der gleichen Kost fort. Die Futtermenge war einigermaßen dem Körpergewicht angepasst, obschon natürlich eine genaue Abschätzung während des ganzen Versuchs etwas zu umständlich gewesen wäre. Im Alter von 48 bis 65 Tagen wurden die Tiere getötet und ihre Knochen und Zähne auf Fluor untersucht. Das Lebensalter war etwas verschieden, da die Mütter erst nach verschiedener Zeit konzipierten und warfen und die Jungen daher in verschiedenem Alter standen. Man erhielt folgende Analysenresultate:

1. *Kontrolltier*, 48 Tage alt, 396 g schwer.

2 Röhrenknochen ergaben im Mittel 1,1 mg<sup>0/0</sup> F in der Trockensubstanz  
Die Zähne ergaben im Mittel 0,6 mg<sup>0/0</sup> F in der Trockensubstanz

2. *Lebertrantier*, 55 Tage alt, 487 g schwer.

2 Röhrenknochen ergaben im Mittel 1,0 mg<sup>0/0</sup> F in der Trockensubstanz  
Die Zähne 0,7 mg<sup>0/0</sup> F in der Trockensubstanz

Die Unterschiede sind bei den beiden Tieren sehr gering. Der Lebertran hat somit keine fluorspeichernde Wirkung ausgeübt. Seine Wirkung, insofern eine solche vorhanden ist, geht nicht über das Fluor. Zähne, die bei guter Vitaminversorgung kariesfrei geblieben sind, brauchen demnach nicht fluorreich zu sein.

Interessant ist, dass die Knochen bei beiden Tieren F-reicher befunden worden sind als die Zähne.

3. Fluortier, 65 Tage alt, 476 g schwer.

Man untersuchte hier die hauptsächlichsten Knochen, die Zähne und Klauen, um einigermassen eine Bilanz über die Fluoraufnahme aufstellen zu können. Um die durch das zusätzliche Fluor bewirkte Retention abschätzen zu können, ist der natürliche F-Gehalt, der schon mit der gewöhnlichen Nahrung aufgenommen wird, abzuziehen. Dies macht, gemäss den Ergebnissen von Tier Nr. 1 für die Knochen 1,1, für die Zähne 0,6 mg<sup>0/0</sup> Abzug aus. Der abzuziehende Betrag für Meerschweinchenklauen macht 2,4 mg<sup>0/0</sup> aus (*v. Fellenberg*<sup>3)</sup>).

*Fluorgehalte des mit NaF gefütterten Meerschweinchens*

|   | Trocken-<br>substanz<br>g | mg <sup>0/0</sup> F | Reinwerte<br>mg <sup>0/0</sup> F | Im unter-<br>suchten<br>Material<br>mg F | Reinwerte<br>mg F |
|---|---------------------------|---------------------|----------------------------------|--|-------------------|
| Schädel                                     | 1,90                      | 9,15                | 8,0                              | 0,2820                                   | 0,152             |
| Mandibel                                    | 0,96                      | 7,9                 | 6,8                              | 0,0380                                   | 0,0652            |
| Scapula                                     | 0,304                     | 11,9                | 10,8                             | 0,0359                                   | 0,0328            |
| Humerus                                     | 0,61                      | 11,2                | 10,1                             | 0,0690                                   | 0,0616            |
| Radius, Ulna                                | 0,458                     | 8,6                 | 7,5                              | 0,0392                                   | 0,0343            |
| Femur                                       | 0,874                     | 8,1                 | 7,0                              | 0,0710                                   | 0,0612            |
| Tibia, Fibula                               | 0,727                     | 8,0                 | 6,9                              | 0,0580                                   | 0,0503            |
| Beckenschaufel                              | 0,834                     | 6,3                 | 5,8                              | 0,0528                                   | 0,0434            |
| Klauen                                      | 0,165                     | 15,6                | 14,5                             | 0,0255                                   | 0,0700            |
| Zähne                                       | 1,00                      | 8,1                 | 7,5                              | 0,0810                                   | 0,075             |
| Wirbel und übrige<br>Knochen, geschätzt ca. | 2,0                       | 9,4                 | 8,3                              | 0,1880                                   | 0,166             |
|   | 9,91                      |                     |                                  | 0,94                                     | 0,812             |

Dem Tier sind täglich 0,045 mg F verabreicht worden, was für eine Lebensdauer von 65 Tagen 2,925 mg ausmacht. Davon sind in den Knochen, Zähnen und Klauen 0,812 mg = 27,7 % gespeichert worden. Die Speicherung ist in den Knochen im allgemeinen grösser als in den Zähnen. Wir sahen dies auch bei den beiden nicht mit Fluor gefütterten Tieren.

Die Berechnung der Bilanz ist natürlich nur annähernd genau. Als das Tier noch mit seiner Mutter zusammen lebte, nahm es wohl weniger F auf als berechnet. Andernteils sind aber auch in den Haaren, dem Muskelfleisch, weitem Organen und dem Blut kleine F-Mengen vorhanden, die wir nicht bestimmt haben. Diese beiden Momente deuten darauf hin, dass die Gesamtspeicherung auf etwa 30 % des eingenommenen Fluors veranschlagt werden kann.

In der Literatur sind für den Menschen kleinere Mengen an resorbiertem F angegeben. *McClure* und *Kinser*<sup>4)</sup> stellen bei F-Einnahmen von 4 bis 5 mg



im 1 Wasser eine proportionale Ausscheidung von F im Urin fest. *Machle, Scott* und *Largent* <sup>5)</sup> finden bei Einnahmen von 0,5 bis 1,5 mg F eine tägliche Ausscheidung von 80 % im Urin und dazu eine kleine Ausscheidung in den Faeces. *Foster* liess sich <sup>6)</sup> vorerst ohne spezielle F-Medikation 2 Molaren mit einem F-Gehalt von 0,019 bzw. 0,033 % F extrahieren. Zwei weitere Molaren opferte *Foster* nach Einnahme von total 5,7 g F in Form von Gesteinsmehl und konnte, wiederum auf das Dentin bezogen, darin eine Anreicherung von 0,042 bzw. 0,047 % F feststellen. *McClendon* und *Foster* genossen während einem Jahr in Form von Gesteinsmehl (täglich 1 g) 11,315 g F; *Foster* führte sich während 3 Jahren überdies täglich 1 g synthetischen F-Apatit zu, was insgesamt 50 g F ausmacht. Angeschlossene Röntgenaufnahmen der Hände und der Wirbelsäule ergaben keinerlei Sklerose oder Exostosen. In einer persönlichen Mitteilung geben beide Forscher an, je 114 g F eingenommen zu haben, ohne kropferzeugenden Effekt beobachtet zu haben. Sie rechnen aber, gestützt auf die Arbeit von *Shrewsbury, Hatfield, Doyle* und *Andrews* damit, dass die von letzteren angegebene Kropfverhütung auf gleichzeitigen Gehalt an Jod zurückgeht. *Shrewsbury* und Mitarbeiter <sup>7)</sup> gaben nämlich das Gesteinsmehl mit einem Gehalt von 6 mg F pro kg Körpergewicht Schafen und beobachteten dabei Wachstumsverzögerung und Zahnfluorose.

Die Speicherung ist jedenfalls beim wachsenden Organismus, wo das Fluor gleich in die in Entstehung begriffenen, also wachsenden Knochen und Zähne eingebaut werden kann, grösser als bei Erwachsenen, wie man auch immer wieder beobachtet, dass fertig gebildete Zähne wenig F mehr auf dem Blutweg aufnehmen.

*Brinch* und *Roholm* <sup>8)</sup> stellten fest, dass F-Vergiftungen auch durch Muttermilch übertragen werden können, und zwar auch dann noch, wenn die Mütter schon jahrelang nichts mehr mit Fluor zu tun hatten, wie etwa bei ausgeschiedenen Kryolith-Arbeiterinnen.

Es liegt auf der Hand, dass die grossen Calcium- und Phosphorsäuremengen, die zur Bildung der 1. Dentition benötigt werden, aus dem Depot der Knochen stammen und dass dabei auch das F der Knochen mit in den Kreislauf übergeht. Bei dem exorbitanten F-Gehalt der Knochen von Kryolith-Arbeiterinnen braucht nun der Prozentsatz an Fluor, der in den Kreislauf eintritt, nicht unbedingt gross zu sein; es kommt bei der Vergiftung ja vor allem auf den absoluten Gehalt an.

## 2. Fluor in Kinderzähnen nach F-Aufnahme per os

Es wurde schon früher <sup>9)</sup> festgestellt, dass Kinderzähne bei Verabreichung von F gewisse, allerdings nicht sehr grosse F-Mengen speichern. Eine Haushaltung in Aarau (0,07 mg F im 1 Trinkwasser) verwendete seit 1 Jahr ein Kochsalz mit 100 mg NaF = 45 mg F im kg. In einem Milchmolar eines 9jährigen Mädchens dieser Familie fand man 8,7 mg<sup>0/0</sup> F, während Milchzähne anderer Kinder dieser Stadt 3,0—4,1 mg<sup>0/0</sup> ergeben hatten. Ein Jahr später wurde wieder-

um ein Milchzahn dieses Mädchens untersucht und ergab diesmal 5,0 mg<sup>0/0</sup>; es scheint somit, dass gewisse individuelle Schwankungen der einzelnen Zähne in der F-Aufnahme vorkommen, wie auch sonst gelegentlich Differenzen zwischen Zähnen desselben Patienten gefunden wurden.

In 2 Mesiodentes des 8jährigen Bruders des Mädchens, der Fluorsalz gleichermassen erhielt, fanden sich 6,8 mg<sup>0/0</sup>.

Einen bedeutend höhern F-Gehalt fand man nun in dem Milchzähnen eines Knaben, dessen Familie in unmittelbarer Nähe einer starken F-Quelle wohnt und mit Vorliebe dieses Wasser trinkt. Die Asche des Milchzähns des Knaben, der schon von klein auf unter dem erhöhten Fluorangebot stand, enthielt 19,4 mg<sup>0/0</sup> F. Die untern Frontzähne (2. Dentition) zeigten Andeutungen von geflecktem Schmelz. Wir können damit 2 Milchzähne eines 12jährigen Knaben von Asp (Aargau) vergleichen, das Trinkwasser aus verschiedenen Formationen (Dogger mit 0,11, Muschelkalk mit 0,85 und 1,12, aus Keuper mit 0,64 mg F im l) besitzt. Die beiden Milchzähne, Kronen mit 2 und 1 Wurzel, enthielten 15,4 und 10,3 mg<sup>0/0</sup> F.

Die Versuche mit F-Medikation zeigen, dass allerdings eine gewisse kleinere Aufnahme durch den fertig gebildeten Kinderzahn stattfindet, dass sie aber nie an die Mengen herankommt, die in Zähnen von Menschen gefunden werden, die von früher Jugend an unter dem Einfluss vermehrter Fluoraufnahme stehen. Sie zeigen, wie wichtig bei der Kariesprophylaxe eine möglichst früh einsetzende F-Behandlung ist, wie sie bei der werdenden Mutter einsetzen muss, um wirksam zu sein.

### *Zusammenfassung*

Meerschweinchen, welche von Beginn ihrer Existenz an Lebertran erhalten, speichern nicht mehr Fluor aus ihrer gewöhnlichen Nahrung in Knochen und Zähnen als Kontrolltiere, welche die entsprechende Menge Erdnussöl erhalten. Sollte eine günstige Wirkung der im Lebertran enthaltenen Vitamine A und D auf die Beschaffenheit der Zähne vorhanden sein, so geht diese offenbar nicht über das Fluor.

Meerschweinchen, welche von Anfang ihrer Existenz an die Menge NaF pro Gewichtsteil erhalten, welche bei einem erwachsenen Menschen 1 mg Fluor pro Tag ausmachen würde, speichern davon ungefähr 30 0/0, hauptsächlich in Knochen, Zähnen und Klauen. Die Speicherung ist, wie bei Normaltieren, in den Knochen grösser als in den Zähnen.

Fluor gelangt bei Kindern, deren Zähne bereits fertig gebildet sind, bei mässiger F-Darreichung nur in geringer Menge in die Zähne, während Kinder, die von klein an zusätzliches Fluor erhalten, ausgesprochen fluorreiche Zähne bekommen. Dass der F-Gehalt nie ganz endgültig festgelegt ist, geht aus einem Beispiel der Literatur hervor.

## Résumé

L'accumulation du fluor dans les os et les dents de cobayes, qui ont reçu de l'huile de foie de morue dès le début de leur existence, n'est pas plus grande que celle d'animaux de contrôle qui ont reçu une quantité équivalente d'huile d'arachides.

A supposer que les vitamines A et D, contenues dans l'huile de foie de morue, exercent une action favorable sur la constitution des dents, cette action ne s'exerce manifestement pas par l'intermédiaire du fluor.

Des cobayes, qui ont reçu depuis le début de leur existence et proportionnellement à leur poids une quantité de NaF qui représenterait pour un adulte 1 mg de fluor par jour, en emmagasinent environ le 30 %, principalement dans les os, les dents et les griffes. L'accumulation est, comme pour les animaux normaux, plus grande dans les os que dans les dents.

Chez des enfants, dont les dents sont déjà complètement formées, le fluor — administré en quantité modérée — ne va qu'en faible quantité seulement dans les dents, tandis que des enfants qui ont reçu du fluor supplémentaire depuis tout petit possèdent des dents remarquablement riches en fluor.

D'un exemple tiré de la littérature il ressort que la teneur en fluor ne peut jamais être fixée d'une manière absolue.

## Literatur

- 1) *F. Ösch*, Schweiz. Monatsschrift für Zahnheilkunde **58**, 693 (1948).
- 2) *F. Schmuziger*, Die normale und gestörte Zahnentwicklung, Ärztl. Mh. **1**, 71 (1945).
- 3) *Th. von Fellenberg*, Diese Mitt. **39**, 174 (1948).
- 4) *F. J. McClure*, Fluoride domestic waters and systemic effects, Publ. Health Rep. **59**, 1543 (1944).
- 5) *W. Machle, E. W. Scott, E. J. Largent*, The absorption and excretion of fluorides (I) Indust. Hyg. and Toxicol. **24**, 199 (1942).
- 6) *J. F. McClendon, Wm. C. Foster*, Prevention of dental caries by burshing the teeth with powders containing fluorapatite, J. Dent. Res. **26**, 3 (1947).
- 7) *C. L. Shrewsbury, J. D. Hatfield, L. P. Doyle, F. N. Andrews*, Some effects of fluorine in the nutrition of Sheep., Purdue U. Ag. Exp. Sta. Bull., 499 (1944).
- 8) *O. Brinch, K. Roholm*, Zwei Fälle von mottled enamel nach chronischer Fluorvergiftung der Mutter. Paradentium **7** (1934).
- 9) *Hch. Schmid*, Das Problem F-Gehalt des Zahns — Kariesresistenz, Schweiz. Monatsschrift für Zahnheilkunde **58**, 582 (1948); diese Mitt. **39**, 183 (1948).