

Kariespräventive Wirkung von Tee durch Fluorid und Polyphenole

*Ulrich H. Engelhardt, Institut für Lebensmittelchemie der Technischen Universität,
Schleinitzstr. 20, D-38106 Braunschweig*

Die Entstehung von Zahnkaries

Die Zahnkaries gilt als eine der häufigsten Zivilisationskrankheiten, von der ca. 95 % aller Europäer betroffen sind. Die finanziellen Belastungen für die Krankenkassen sind dementsprechend sehr hoch. Karies wird als eine atypische Infektionskrankheit betrachtet [1]. In der Bundesrepublik ist in den vergangenen Jahren eine Besserung zu beobachten. Insbesondere bei Kindern und Jugendlichen sind Anzahl und Schwere der Erkrankung deutlich zurückgegangen, was auf die verbesserte Prävention zurückgeführt wird [2]. Die gleiche Tendenz ist in den meisten Ländern der Welt ebenso zu beobachten, wie einem Übersichtsartikel über Nutzen und Risiken der Fluorierung von Trinkwasser zu entnehmen ist [3].

Karies gilt als multikausales Geschehen und wird vor allem auf die in Tabelle 1 zusammengestellten Faktoren zurückgeführt [1]:

Tabelle 1: Faktoren, die eine Kariesentstehung fördern können

Ernährungsfehler (z.B. häufige Zuckeraufnahme, hohe Zuckerkonzentration, klebrige Speisen)
ungenügende Zahnhygiene (falsches und unregelmäßiges Putzen)
mangelhaftes Kauen (fehlender Reinigungs- und Speichелеffekt)
Schwierige Reinigung z.B. wegen der Zahnstellung
Zahnfleischtaschen (Bakteriennische)
Umwelteinflüsse
Veranlagung (z.B. Speichelzusammensetzung)

Vereinfacht dargestellt entsteht Karies wie folgt: Nahrungsmittel, die niedermolekulare Kohlenhydrate (Zucker) enthalten, werden von den Bakterien des Zahnbelages („Plaque“) zersetzt. Insbesondere *Streptococcus mutans* ist daran beteiligt, allerdings sind auch andere Bakterien involviert. Ein Produkt dieser Zersetzung sind organische Säuren, durch die der pH-Wert in der Plaque gesenkt wird. Diese Säuren lösen die

Zahnschmelze an, und es tritt ein Verlust an Mineralstoffen (Demineralisierung) ein. Falls keine Remineralisation erfolgt, kommt es dadurch zu Defekten bei der Zahnhartsubstanz. Der Speichel kann die Zähne reinigen und zur Remineralisierung der Zähne beitragen. Durch die Störung des Gleichgewichtes von De- und Remineralisation entsteht Karies. Diesem Prozess kann vorbeugend entgegengewirkt werden. Heilbar ist Karies nicht.

Karies zeigt sich durch dunkle Verfärbungen oder helle Entkalkungszonen auf den Zähnen und führt zur Entstehung von Löchern in den Zähnen. Es treten Schmerzen durch süße Speisen/Getränke auf sowie eine verstärkte Empfindlichkeit gegenüber heißen oder kalten Produkten. Auch andauernde Schmerzen am Zahn sind beschrieben.

Ein spezielles Problem ist Milchzahnkaries („nursing bottle syndrome“). Der Milchzahnkaries wird häufig dadurch verursacht, dass Kinder mit der Flasche (gefüllt mit Milch oder gesüßten Getränken) im Mund einschlafen und damit die Flasche mit den Getränken zu lange in Kontakt mit den Zähnen ist. Das Risiko wurde inzwischen dadurch minimiert, dass die Hersteller „Warnhinweise“ auf die Packungen süßer Getränke drucken.

Fluorid

Fluor selbst ist ein reaktives und auch toxisches Gas. Fluorid ist das Anion des Fluors. Fluorid ist ein Bestandteil unserer Nahrung, welchem eine kariespräventive Wirkung zugeordnet wird. Daher sollte im Zusammenhang mit Karies nicht von Fluor, sondern von Fluorid gesprochen werden. Man geht davon aus, dass Fluorid in Mengen von etwa 1-4 mg täglich zugeführt werden sollte. Eine Fluoridzufuhr ist für die Kariesprävention wünschenswert und man hat in vielen Ländern Anstrengungen unternommen, eine optimale Zufuhr sicherzustellen.

Allerdings kann es bei zu hoher Fluoridaufnahme zu einer Fluorose kommen. Darunter versteht man einen, durch zu hohe Fluoridzufuhr entstandenen, gefleckten und porösen Zahnschmelz, der sich durch Einlagerung von organischen Bestandteilen oft gelb verfärbt. Zur Entstehung einer Fluorose bedarf es ungewöhnlich hoher Fluoridkonzentrationen über einen längeren Zeitraum. Eine Fluorose stellt sich nicht durch einen einmaligen hohen Konsum an Fluorid ein, wie z.B. durch eine versehentliche Aufnahme einer größeren Menge handelsüblicher Fluoridtabletten. Man geht davon aus, dass eine Überdosierung von mehr als 6 mg pro Tag über einen längeren Zeitraum zu

einer Fluorose führen kann. Somit sind die Dosierungsanweisungen für Fluoridpräparate möglichst genau einzuhalten, um jegliches Risiko zu vermeiden.

In Industrieländern besteht die Gefahr einer Fluorose durch das Zusammentreffen mehrerer Einflussfaktoren, obwohl der Grad der Überdosierung meist eher von kosmetischer als von gesundheitlicher Bedeutung ist. Diese Fluorose kann durch eine Kombination von fluorierten Lebensmitteln (insbesondere Wasser, Getränke mit Fluoridzusatz), Zahnpflegemitteln (Zahnpasten, Mundwässer) und zusätzlichem Gebrauch von Fluoridpräparaten eintreten. Normale Zahnpasten haben Fluoridgehalte von etwa 1000 mg/kg. Für die Anwendung von Fluoridtabletten bei Kindern gibt die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Dosierungsempfehlungen in Abhängigkeit vom Fluorgehalt des Trinkwassers an [1, 4].

Generell kann man aber den Empfehlungen der Zahnärzte entnehmen, dass die Verwendung von z.B. fluoridhaltigem Speisesalz empfohlen wird. Es sei erwähnt, dass es auch Gegenpositionen gibt, die z.B. von Verfechtern einer alternativen Ernährung vertreten werden. Hier wird dargestellt, dass die Fluoridsupplementierung unnötig sei und auf mögliche Gefährdungen hingewiesen.

Fluoridhaltige Lebensmittel

Es gibt vergleichsweise wenige Lebensmittel mit höherem Fluoridgehalt. Ein wichtiger Lieferant kann Trinkwasser sein, wenn es aus Quellen stammt, die z.B. mit Feldspat in Kontakt waren. In einigen Ländern bzw. Regionen wird das Trinkwasser mit Fluorid-Verbindungen (z.B. Na_2SiF_6 , NaF) versetzt, um eine kontinuierliche Zufuhr zu gewährleisten [3]. In der Bundesrepublik wird eine Fluorierung von Trinkwasser nicht durchgeführt, u.a. deshalb, weil man dem Verbraucher die freie Entscheidung überlassen will. Die optimalen Gehalte für eine Fluorierung des Trinkwassers wird mit 0,7 – 1,1 mg/L angegeben. Für andere Lebensmittel werden in der Literatur oder sonstigen Datensammlungen meist Werte von unter 1 mg/100 g angegeben [5, 6], z.B. für Trockenpilze, Sardinen und Sprotten Werte um 0,4 mg/100 g, für diverse Käsesorten etwa 0,1 mg/100 g.

Die Fluoridgehalte in Tee sind im Vergleich zu anderen Lebensmitteln hoch, auch wenn man bedenkt, dass Teeblätter nicht als solche, sondern nur ihr Aufguss aufgenommen wird. Eine Zusammenstellung von Fluoridgehalten in einer Reihe von Lebensmitteln findet sich auch in einer älteren Studie aus England, in der die durchschnittliche Fluorid auf-

nahme aus Lebensmitteln, spezifiziert nach verschiedenen Regionen, zusammengestellt ist [6].

Die Werte liegen meist unter 1 mg/kg mit Ausnahme von einigen Fischen und Teeblättern. Für Teeblätter wird ein durchschnittlicher Wert von 200 mg/kg angegeben. Die Teepflanze hat offenbar eine hohe Affinität zu Fluoridionen. Dies könnte auch seinen Grund darin haben, dass Tee häufig auf sauren Böden vulkanischen Ursprungs wächst und die Verfügbarkeit von Fluorid aus solchen Böden gut ist [12].

Fluorid in Tee und Teegetränken

In der bereits erwähnten britischen Studie wurde die durchschnittliche Aufnahme von Fluorid mit 1,82 mg pro Tag angegeben [6]. Extremer Teekonsum bei gleichzeitiger Nutzung von fluoriertem Trinkwasser kann nach dieser Studie zu einer Aufnahme von über 8 mg pro Tag führen. Es sei allerdings angemerkt, dass hier eine große Menge an Tee (17,5 g/L) und eine Ziehzeit von 15 min. zugrundegelegt wurde, was nicht unbedingt den Standardbedingungen entspricht.

Nach Untersuchungen von Feldheim und Miehe [7], die 35 Teeproben verschiedener Anbauggebiete untersuchten, liegt der Fluoridgehalt zwischen 40 und 334 mg/kg; als Mittelwert wurden 118 mg/kg angegeben. Eine Beziehung zwischen Fluoridgehalt und Herkunft der Proben war nicht gegeben. In eigenen Untersuchungen lagen die Gehalte in schwarzen Tees zwischen 90 und 600 mg/kg [8], im Durchschnitt bei 238 mg/kg. Die Proben mit den extrem hohen Gehalten stammten aus Anbaugebieten die für den deutschen Markt kaum Bedeutung haben (Argentinien). Dies würde, wenn man den Fluoridgehalt des Trinkwassers vernachlässigt, bedeuten, dass ein Liter eines Teeaufgusses (Aufgussstärke: 12,5 g/L) 2-3 mg Fluorid enthält, wenn das gesamte Fluorid in den Aufguss übergeht.

In einer bereits erwähnten Studie [3] wird ein Durchschnittsgehalt von 2,69 mg/L Fluorid bei Tee angegeben. Untersucht wurden 19 Tees, die mit fluoriertem Trinkwasser (durchschnittlicher Fluoridgehalt des Wassers: 1,1 mg/L) zubereitet worden waren. Die Gehalte an Fluorid in verschiedenen Teegetränken des japanischen Marktes wurden mit 0,5 – 0,9 mg/L bei grünem Tee, 0,75 -1,5 mg/L bei Oolong Tee und 0,5-2,2 mg/L bei schwarzem Tee angegeben [9]. In einer weiteren Untersuchung mit chinesischen Teeproben wurden Gehalte im Blatt zwischen 11 und 308 mg/kg gefunden [10]. Auch diese Werte stimmen mit denen der zuvor zitierten Arbeiten überein. Mit dem Übergang des Fluorids in das Getränk beschäftigt sich eine weitere Studie [11], in der Gehalte von

1,55 – 3,21 mg/L angegeben werden. Zudem wurde festgestellt, dass nach einer Ziehzeit von ca. 6 min die maximalen Gehalte erreicht werden.

In der Literatur gibt es auch Warnungen vor einer überhöhten Fluoridzufuhr durch Tee [12]. Es wird das Auftreten einer Fluorose in China beschrieben vor allem in Gebieten, in denen Ziegeltee getrunken wird [13]. Dieser wird aus älteren Blättern hergestellt, in denen die Fluorid-Konzentration höher ist als in Blättern, die normalerweise für die Herstellung von grünem und schwarzem Tee (hier werden nur die jungen Triebe verarbeitet) genutzt werden [13]. In diesen Untersuchungen erwies sich außerdem die Freisetzung des Fluorids aus den Ziegeltees als effizienter. In grünen und schwarzen Tees werden Gehalte von 1,9 bzw. 1,6 mg/L angegeben, während bei den aus dem Ziegeltee hergestellten Getränken über 7 mg/L freigesetzt wurden. Bei solchen Konzentrationen sind die Warnungen vor einer Fluorose selbstverständlich gerechtfertigt. In Tabelle 2 sind einige weitere Angaben über den Fluoridgehalt in Tee und Teegetränken zusammengestellt.

Tabelle 2: Literaturangaben über den Fluoridgehalt von Tee

Tee (grün/schwarz)	Blatt/Getränk	Gehalte (mg/kg) bzw. mg/L	Literatur
schwarz	Blatt	100 - 210	14
k.A.	Blatt	20,7 – 514,2	15
k.A.	Getränk	0,2 – 3,34	15
k.A.	Getränk	1,07 – 2,14	16
k.A.	Getränk	0,56 – 2,727	17
k.A.	Getränk	0,65 – 0,96	18
schwarz	Blatt	121 - 260	19

Polyphenole

Für Tee, insbesondere grünen, ist zusätzlich festzustellen, dass nicht allein der Fluoridgehalt kariespräventiv ist, sondern dass auch die Polyphenole, wie z.B. Epigallocatechingallat (EGCG), einen Beitrag dazu leisten, der allerdings auf einem komplett anderen Mechanismus beruht [20]. Im Falle des EGCG ist die Hemmung der Enzymen von Bakterien die Ursache für die Schutzwirkung. Die Glycosyltransferase des bereits erwähnten Bakteriums *Streptococcus mutans* wird gehemmt. Dadurch wird die Bildung der Plaque gehemmt und somit eine Kariesvorbeugung erreicht. Nach [21] sind

synergistische Effekte von Catechinen, Fluorid und Aluminiumionen für die erhöhte Resistenz der Zahnhärtesubstanz gegenüber Säuren verantwortlich.

Zusammenfassung

Es kann festgestellt werden, dass bei „normalem“ Teekonsum durch die enthaltenen Fluoride ein Beitrag zur Kariesprävention erreicht werden kann, ohne dass die Gefahr einer Fluorose besteht. Bei extremem Teekonsum in Verbindung mit stark fluoridhaltigem Trinkwasser und vor allem in Kombination mit weiteren Fluoridquellen (Salz, Zahnpasten, Mundwässer) kann eine solche allerdings nicht vollständig ausgeschlossen werden; hier ist eine kritische Abwägung erforderlich. Neben den Fluoridwirkungen tragen Catechine – vor allem das EGCG - zu einer Kariesprävention über die Hemmung bestimmter Enzyme (z.B. Glycosyltransferase von Streptococce) von kariesauslösenden Bakterien bei.

Literatur:

- 1) Ott, K. Karies und parodontale Erkrankungen (http://medweb.uni-muenster.de/institute/zmk/einrichtungen/kons/forschung/volltext/ernh_karies/f_index.html)
- 2) Pressemitteilung Nr. 27 vom 22. April 1998 (nachzulesen unter: <http://www.bmggesundheit.de/presse/leit/presse98/27.htm>)
- 3) Review for NHMRC : Review of water fluoridation and fluoride intake from discretionary fluoride supplements. Melbourne 1999
- 4) <http://www.dgzmk.de/stellung/9813.htm>
- 5) Infosystem Ernährung der Universität Hohenheim (<http://www.uni-hohenheim.de/~wwwin140/info/info.htm>)
- 6) Walters, C.B., Sherlock, J.C., Evans, W.H., Read, J.I. (1983) Dietary intake of fluoride. J. Sci. Food Agric. 34, 523-528
- 7) Feldheim W., Miede, S.-O. (1979) Fluoridgehalt in Teeblättern. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 169:453-456
- 8) Albers, H., Engelhardt, U.H. (1988): Bestimmung von Fluorid in Tee – Ein Methodenvergleich. KTM XXXVII/11, S. 3-4
- 9) Ichihashi, T., Saitou, J., Kawamura, K., Yamazaki, A., Hirata, Y., Arakawa, H., Iizuka, Y. (1995) Fluoride concentrations in various kinds of commercial bottled water and canned tea. Koku Eisei Gakkai Zasshi 45 (3), 419-427 (CA 123:284198)

- 10) Yu, G., Koga, H., Takaesu, Y. (1995) Fluoride infusion rates of Chinese tea with regards to calcium and magnesium contents. *Shika Gakuho* 95(3), 207-216 (CA 123:31748)
- 11) Gulati, P., Singh, V., Gupta, M.K., Vaidya, V., Dass, S., Prakask, S. (1993) Leaching of fluoride in tea infusions. *Sci. Total Environ.* 138, 213-222 (CA 120:29680)
- 12) Feldheim, W. Tee und Tee-Erzeugnisse. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin 1994, S 93
- 13) Fung, K.F., Zhang, Z.Q., Wong, J.W.C., Wong, M.H. (1999) Fluoride contents in tea and soil from tea plantations and the release of fluoride into tea liquor during infusion. *Envir. Pollution* 104(2), 197-205 (CA 130:251534)
- 14) Nahid, P. (1995) Determination of fluoride by alizarin complexone spectrometry in tea samples and the wastes of tea in Iran. *Iran Agric. Res.* 14(1), 111-117 (CA 125:140820)
- 15) Olmos, R.P. (1985) Determination of fluoride in tea. *Alimentaria (Madrid)* 22(162), 57-61 (CA 107:57538)
- 16) Louw, A., Grobler, S.R. (1986) Fluoride content of tea in the Republic of South Africa. *Tydskr. Tandheelkd. Ver. S.-Afr.* 41(3), 135-137 (CA 105:41515)
- 17) Struebig, W., Guelzow, H.J. (1981) *Dtsch. Zahnärztl. Z.* 36(3), 379-381 (CA 95:95745)
- 18) Binnerts, W.T., Wassenaar, J.E. (1978) Natural fluoride from tea: a possible contribution to the total daily fluorine consumption of the population. *Voeding* 39(1), 21-27 (CA 88:135013)
- 19) Cook, H.A. (1970) Fluoride intake through tea by British children. *Fluoride Quart. Rep.* 3(1), 12 - 18
- 20) Scholz, E., Bertram B. (1995) *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze. *Der Teestrauch. Z. Phytotherapie* 17:235-250
- 21) Hayakawa, F., Shiraishi, T., Yoshitake, K., Ando, T., Kimura T. (1995) The cooperative effect of tea catechins with fluoride and aluminium ions on acid resistance of hydroxyapatite. *Koku Eisei Gakkai Zasshi*, 45(2), 184-189 (CA 123:102711)