

# Wirksame Vorbeugung gegen Zahnkaries

Th. Marthaler und H. R. Mühlemann

Kariesforschungsstation des Zahnärztlichen Institutes der Universität Zürich

## Zusammenfassung

*Der kariöse Angriff auf den Schmelz geht vom Bakterienbelag auf den Zähnen aus, der Zucker sehr rasch zu zahntkalkenden Säuren vergärt. Seltener Zuckerkonsum ist daher die wichtigste Ernährungsempfehlung. Die Zahnreinigung ist nur dann gegen Zahnkaries wirksam, wenn sie gründlich und sofort nach den Mahlzeiten erfolgt. Regelmäßiges Zahnbürsten läßt Zahnfleischentzündungen bei Kindern fast ganz verschwinden. Neben der Trinkwasserfluoridierung können zur täglichen Benützung fluorhaltige Zahnpasten und Fluor-tabletten und in größeren Abständen konzentrierte Fluorpräparate zur Anwendung empfohlen werden. Die politischen Instanzen übersehen noch zumeist, daß die zahnärztliche Vorbeugung viel wichtiger ist als die Reparatur vermeidbarer Schäden.*

## Grundsätzliches

Kariesprophylaxe läßt sich grundsätzlich auf zwei Arten betreiben. Man kann einerseits versuchen, die Widerstandskraft des Zahnes gegenüber den zahnerstörenden Einflüssen zu erhöhen. Andererseits bewahrt man den Zahn dadurch vor Zerfall, daß man in diejenigen Vorgänge eingreift, die zur raschen Säurebildung in den mikrobiellen Zahnbelägen führen, oder daß man die Beläge entfernt.

Lange war die Aufmerksamkeit auf Methoden gerichtet, die die Resistenz des Zahnes gegenüber der kariogenen Säurebildung erhöhen sollten. Die Hoffnungen, die man in diesem Zusammenhang auf Vitamine, Mineralien und Spurenelemente setzte, haben sich im großen und ganzen nicht erfüllt. Auch Vitamin-D-Gaben haben in keiner Weise die erwartete Präventivwirkung erbracht. In den USA wird, wegen der Gefahr von Überdosierung, von Vitamin-D-Zusätzen in andern Trägern als der Milch abgeraten (Committee on Nutrition 1963), doch geben die vorhandenen epidemiologischen Befunde keine Hinweise, daß sich diese generell eingeführte Rachitisprophylaxe auch auf die Zahngesundheit günstig ausgewirkt hätte.

Analysen aus der Zeit des Zweiten Weltkrieges (Marthaler 1967) sowie verschiede-

nen mangelernährten Bevölkerungsgruppen (Russell 1963, Marthaler 1964) ergaben keine Anzeichen, daß Mineralien, Vitamine und Spurenelemente eine wesentliche Rolle im Kampf gegen den in zivilisierten Ländern so intensiven Zahnzerfall spielen können. Eine Ausnahme macht das Spurenelement Fluor, das in späteren Abschnitten zur Sprache kommt.

## Bakterieller Stoffwechsel und Zahnkaries

Mikroorganismen leben auf allen Geweben, die die Mundhöhle auskleiden. Die für uns wichtigste, zahlenmäßig wohl größte Anhäufung findet sich in den Schlupfwinkeln der Zahnreihen, nämlich entlang dem Zahnfleischrand, in den Zahnzwischenräumen und im Grübchen- und Furchensystem der Molaren. Sind diese Mikrobenbeläge von Auge sichtbar, so erscheinen sie als Zahnbeläge oder Zahnplaque, die bis zu 1 mm Dicke anwachsen kann. Eine zweite mikrobielle Population besiedelt die furchenreiche Zungenoberfläche, eine dritte Gruppe lebt im Gingivalspalt.

Die Bakterien des Speichels stammen vor allem aus der Zungenoberfläche. Ihre Konzentration im Speichel ist im übrigen relativ gering, man rechnet mit etwa 10 bis 100 Mio Bakterien pro 1 ml oder 1 g Speichel. Beim Kauen harter Nahrung werden von nicht gereinigten, belagbedeckten Zahnoberflächen Milliarden von Bakterien abgescheuert und mit dem eingespeichelten Speisebrocken verschluckt.

Die oben genannte Einteilung der Mundflora in drei Hauptgebiete hat sich als Ausgangspunkt für die Forschung erst im letzten Jahrzehnt durchgesetzt. Es ist demnach nicht erstaunlich, daß die früheren, am Speichel durchgeführten bakteriologischen Untersuchungen zu wenig interessanten, oft widersprüchlichen Ergebnissen führten. Heute konzentriert sich die Forschung vor allem auf die Mikrobiologie der Zahnplaque. Grö-

Bere Forschungsprojekte bearbeiten zudem die Bakterien in den pathologischen Zahnfleischtaschen. Dagegen ist die präventivmedizinische Bedeutung der Mikroben auf der Zungenoberfläche geringer. In einem Milligramm Zahnplaque leben 100 bis 500 Mio bakterielle Zellen, etwa 10 000-mal mehr als im Speichel. Auch befinden sich die Plaquebakterien, fest aneinander haftend, am Orte ihres Wachstums und ihrer Vermehrung, dort also, wo ihnen die für ihren Stoffwechsel nötigen Nahrungsstoffe zur Verfügung stehen. Hauptenergiequelle ist Zucker; doch benötigen die Bakterien auch Vitamine und Aminosäuren, die ihnen aus Speiseresten zur Verfügung stehen.

#### Häufiger Zuckerkonsum als Hauptursache des Zahnzerfalls

Jedesmal, wenn zuckerhaltige Nahrung genossen wird, entstehen in den Zahnbelägen Säuren als Zwischen- und Endprodukte der bakteriellen Vergärung des Zuckers. Beim Lutschen eines kaubaren Zuckerbonbons beispielsweise fällt das pH infolge der Säurebildung innerhalb 10 Minuten unter 4,5 (Abb. 1, nach *Mühlemann* 1969). In solchem sauren Milieu wird der Zahnschmelz zwangsläufig entkalkt. Kurve B zeigt den Verlauf nach Genuß eines «zuckerfreien» (gemäß der Regelung des Eidgenössischen Gesundheitsamtes somit keine vergärbaren Zucker – Saccharose, Glukose, Laktose, Maltose usw., Dextrine – enthaltend) Bonbons mit einem besonders präparierten Stärkeprodukt, das offenbar zum Teil vergärt wird. Die Kurven C und D entsprechen zuckerfreien Bonbons, die nach der Regelung des Eidgenössischen Gesundheitsamtes als «zahnschonend» bezeichnet werden dürfen, da das pH während 30 Minuten nicht unter 5,7 fällt.

Die in den Schlupfwinkeln des Gebisses zurückbleibenden Speiseresten führen stets zu

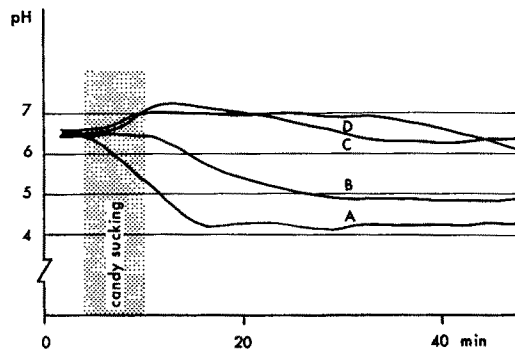


Abb. 1 Ermittlung der Säurebildung durch pH-Telemetrie (drahtlose Übermittlung aus einem Mikromeßinstrument in der Mundhöhle) im Interdentalraum (*Graf* 1969). A, gewöhnliches zuckerhaltiges Bonbon führt zu rascher Säurebildung und pH-Abfall nach Überwindung der Pufferkapazität der Plaque. B, Bonbon mit einem neuartigen Spaltprodukt von Stärke, das offenbar beschränkt vergärbbar ist. C und D sind Kurven von Bonbons, die als «zahnschonend» bezeichnet werden dürfen, da das pH während 30 Minuten nicht unter 5,7 fällt (nach *Mühlemann* 1969).

Säurebildung, ob nun eine kleine zuckerhaltige oder größere Menge gezuckerter, süßer Speisen genossen wird. Deshalb ist nicht die Zuckermenge, sondern die Häufigkeit der Einnahme maßgebend für den Kariesbefall. Dies illustriert eine Studie von *Weiß* und *Trithart* (1960), welche 5- und 6jährige Kinder nach der Häufigkeit der Zwischenmahlzeiten in Gruppen aufteilten (Abb. 2). Mit zunehmender Häufigkeit der zumeist süßen Zwischenmahlzeiten stieg auch der Kariesbefall auffällig an.

Aus dem Gesagten ergeben sich zwei Grundregeln, deren Befolgung einen weitgehenden oder sogar vollständigen Schutz vor Karies gewährt:

1. Möglichst selten zuckerhaltige oder klebrige Speisen. Neben den Hauptmahlzeiten höchstens zwei Zwischenmahlzeiten pro Tag mit Milch, Frischgemüse, Frischobst, Nüssen, körnigem Vollbrot mit Butter oder Käse, ohne gezuckerte Speisen.

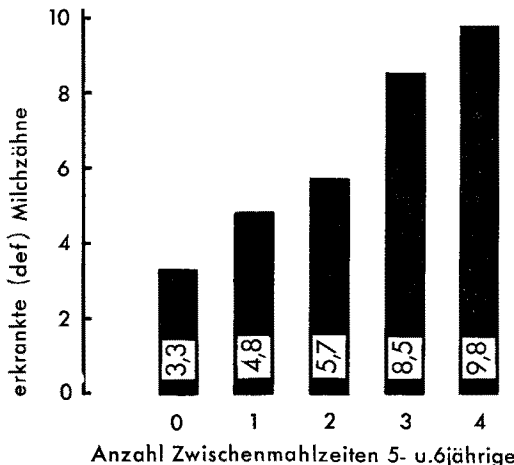


Abb. 2 Steigender Kariesbefall an den Milchzähnen bei wachsender Häufigkeit der Zwischenmahlzeiten (nach Weiss und Trithart 1960).

2. Gründliche Speiseresten- und Belagsentfernung durch Zähnebürsten sofort nach den Hauptmahlzeiten.

#### Verschiedene Arten von Kohlehydraten

Die neuere Forschung weist der Saccharose einen besonders schädigenden Einfluß zu. Als einziges Disaccharid kann die Saccharose von gewissen Plaquestreptokokken zur Synthese eines außerordentlich klebrigen, wasserunlöslichen Polysaccharids aus Glukoseeinheiten benützt werden, das man mehr oder weniger zutreffend als Dextran bezeichnet (Newbrun 1967). Als Haftstoff und Gerüst für die oft so zähen, klebrigen Zahnbeläge scheint dem Dextran eine Schlüsselstellung zuzukommen.

Die Kohlenhydrate, die früher unterschiedslos als zahnschädlich angesehen wurden, lassen sich deshalb in drei Gefahrenstufen einteilen:

– nur geringfügig schädlich, wenn überhaupt, sind Polysaccharide, also die Stärke von Brot, Kartoffeln, Teigwaren, Reis, Mais,

weil sie nur sehr langsam Zucker in die Beläge abgeben können;

– wegen leichter Vergärbarkeit sind beispielsweise die Mono- und Disaccharide Glukose, Fruktose und Maltose bei häufigem Genuß, besonders in klebriger Form (Dörrfrüchte) schädlich;

– am gefährlichsten für die Zähne ist die Saccharose, die nicht nur zu rascher Säurebildung führt, sondern auch Ausgangsprodukt für die bakterielle Synthese von Dextran ist.

Besonders gefährlich, trotz relativ geringem Saccharosegehalt, sind süße Backwaren, Nußgipfel usw., weil sie außerordentlich klebrig sind. Andererseits ist der Ersatz des üblichen Zuckers durch Rohzucker eine völlig sinnlose Maßnahme. Ungenügend kontrollierte Versuche hatten eine geringere Schädlichkeit des Rohzuckers vorgetäuscht; unter standardisierten Bedingungen ist erwartungsgemäß der Rohzucker, der zu 97 % aus Saccharose besteht, ebenso schädlich wie der fertig gereinigte übliche weiße Zucker (König und Mühlemann 1967), der zu 99,5 % aus Saccharose besteht.

#### Brot und Früchte

Beobachtungen an Patienten mit Hereditärer Fruktose-Intoleranz deuten darauf hin, daß Brot, das ohne Zugabe oder mit Käse und Butter gegessen wird, überhaupt nicht oder nur sehr begrenzt kariogen ist (Marthaler und Froesch 1967). Sobald jedoch dem Brot oder anderen Mehlprodukten in Form von Konfitüre, Honig oder Glasuren auch nur geringe Zuckermengen beigelegt sind, setzt eine rasche Säureproduktion in den Belägen ein: der Zahn wird angegriffen. Dies ließ sich beispielsweise an Extrakt des vor einigen Jahren leider mit großem Reklameaufwand propagierten, aber weitgehend vergessenen «Pausebrötli» zeigen. Der Zucker, der direkt (1 % Saccharose im Teig)

und in Form von Dörrfrüchten etwa 8% des Trockengewichts ausmachte, wurde sofort von den Plaquebakterien vergärt, und das pH sank rasch (Neff 1967).

Die meisten Frischfrüchte sind trotz eines Zuckergehaltes von rund 8 bis 12% nicht oder kaum kariogen, wenn sie nicht gerade dauernd genossen werden. Denn sie bleiben nicht an den Zähnen kleben und stimulieren dank ihres Säuregehaltes die Speichelsekretion. Als Abschluß von Mahlzeiten können sie dazu beitragen, Speisereste wegzuspülen, doch geht ihnen eine eigentliche Reinigungswirkung ab (Marthaler 1968 a, Averill und Averill 1968). Vorsicht ist bei Bananen geboten, weil diese Frucht viel stärker als andere in die Zahnzwischenräume gepreßt wird und auch mehr als doppelt soviel Saccharose (etwa 8%) enthält. Dass die meisten Dörrfrüchte zufolge ihres Zuckergehaltes von über 60% und wegen ihrer Klebrigkeit als tägliche Zwischenmahlzeit abzulehnen sind, ist von vornherein klar.

Die in den Früchten enthaltenen Säuren spielen beim kariösen Zahnzerfall keine Rolle, da sie vom Speichel sofort neutralisiert und weggespült werden. Zwar verursachen Fruchtsäuren und saure Getränke gelegentlich flächenhafte Entkalkungen, Erosionen. Diese treten aber nur an leicht zugänglichen, vorspringenden Zahnkronenteilen auf, sind sehr selten und fast immer harmlos. Im Gegensatz zu diesen freien Säuren setzt der kariogene saure Angriff in den unzugänglichen, belagbedeckten Schlupfwinkeln des Gebisses ein. Dabei bleibt die Zahnoberfläche anfänglich intakt und bricht erst später ein.

#### *Konsequenzen für die Mundhygiene*

Aus den bisherigen Ausführungen wird sofort klar, daß die Zahnbürste nur dann eine wirkungsvolle Waffe gegen die Zahnkaries bildet, wenn bestimmte Regeln des wann, wo und wie befolgt werden.

Wann die Zähne reinigen? Hier stützen wir uns auf die Kenntnisse über die Säurebildung in der Zahnplaque. Schon wenige Minuten nach dem Kontakt der zuckerhaltigen Speisen greifen die bakteriell gebildeten Säuren den Schmelz an. Deshalb die Zähne sofort nach dem Genuß von Süßigkeiten – und allgemein nach Nahrungsaufnahme – reinigen, nicht erst vor dem Schlafengehen oder gar vor dem Frühstück.

Wo die Zähne reinigen? Natürlich überall, und ganz besonders in den Nischen und Schlupfwinkeln des Seitenzahnggebietes, wo am meisten Läsionen entstehen.

Wie die Zähne reinigen? An Aussenflächen durch kleine Auf- und Abwärtsbewegungen zur Reinigung der Zahnzwischenräume. Der Faden wäre für die Reinigung der Zahnzwischenräume besser geeignet; dessen Handhabung ist jedoch zeitraubend und für kleinere Kinder zu schwierig.

Eine bemerkenswerte zweijährige Studie über die Wirkung des Zähnebürstens stammt von Fosdick (1950). Die teilnehmenden Studenten erhielten die Weisung, innerhalb von 10 Minuten nach Zuckergenuß die Zähne zu reinigen oder notfalls den Mund zu spülen. Die Wirkung war beträchtlich; der Karieszuwachs in der Reinigungsgruppe war um 50% niedriger als bei den Studenten der Kontrollgruppe, welche ihre Zähne zur Hauptsache beim Aufstehen und vor dem Schlafengehen reinigten. Dieser Versuch, mit über 400 Probanden zu Ende geführt, demonstriert deutlich, wie wichtig es ist, die Zähne im richtigen Zeitpunkt zu reinigen.

Die Regeln, wann, wo und wie man die Zähne reinigen soll, sind noch nicht Allgemeingut geworden – noch seltener ist ihre Befolgung. Deshalb ist es nicht erstaunlich, daß hoher Kariesbefall vorherrscht, obwohl allgemein die Tendenz nach vermehrter Mundhygiene besteht. Doch muß das zurzeit noch übliche Niveau der Zahnreinigung, wie man es aus überraschenden Schulbesuchen

ersehen kann, als praktisch wirkungslos gegen den Zahnzerfall bezeichnet werden.

#### *Zahnfleiscentzündungen und Verlust der Zähne durch Parodontose*

Mehr als die Hälfte der Schulkinder weisen an mehreren Stellen ein entzündetes – gerötetes, geschwollenes, bei der geringsten Berührung blutendes – Zahnfleisch auf. Besonders die zwischen den Zähnen liegende Papille schwillt stark an und wird dunkelrot. Diese Entzündung bleibt meistens unbeachtet, denn das Kind spürt keine Schmerzen. Das Zahnfleisch blutet beim Zähnebürsten, demzufolge wird es bei der Reinigung «geschont». Dies ergibt aber noch mehr Plaque und somit noch stärkere Gingivitis. Mit der Zeit wird aus der Zahnfleiscentzündung, der Gingivitis, eine Parodontitis: der ganze Zahnhalteapparat wird von der Entzündung ergriffen. Im Endzustand geht der Zahn vorzeitig verloren, nachdem er locker und länger, das heißt von Zahnfleisch und knöchernem Zahnfach entblößt worden ist.

Einzige, aber äußerst wirksame Prophylaxe der Gingivitis ist die Mundhygiene. Beim Kleinkind und Schulkind findet man selten subgingivalen, das heißt unter dem Zahnfleisch gelegenen Zahnstein; damit ist die Mundhygiene praktisch die einzige erforderliche, aber zugleich unersetzliche Maßnahme in der Jugendzahnpflege.

Die Entstehung der Gingivitiden ist genauestens untersucht. Wird, nach einer Periode ausgezeichneter Hygiene, das Zähnebürsten unterbrochen, so zeigt sich sofort das Wachstum der Zahnbeläge. In wenigen Tagen siedeln sich neben den stets vorhandenen Kokken (Kugelbakterien) auch fadenförmige Mikroben und später Spirillen an.

Nach 10 bis 20 Tagen ist die Gingivitis ausgeprägt: das Zahnfleisch ist gerötet, geschwollen und blutet bei Berührung. Wird hierauf das Zähnebürsten wieder aufgenom-

men, so reduziert sich die bakterielle Flora wieder auf die Kokken, und die Gingivitis verschwindet in 1 bis 4 Tagen völlig (*Theilade et al. 1966; Jensen et al. 1968*).

Gute Zahnreinigung bringt bei Kindern Zahnfleiscentzündungen fast ausnahmslos zum Verschwinden. Gegen Karies ist die Mundhygiene nur dann wirksam, wenn die Zahnreinigung *sofort* nach dem Süßigkeitenkonsum einsetzt; selbst dann kann aber kein vollständiger Schutz vor Zerfall erwartet werden. Die Zahnreinigung ist also vor allem zur Gesunderhaltung des Parodonts, des Zahnhalteapparates, und erst in zweiter Linie als Schutz gegen Karies zu empfehlen.

#### *Die Trinkwasserfluoridierung*

Kariesstatistische Erhebungen, die die Wirkung fluoridierten Trinkwassers behandeln, liegen in großer Anzahl vor. Ganz verschieden aufgebaute Versuche und Beobachtungen aus mehreren Kontinenten haben übereinstimmend den Nachweis der karieshemmenden Fluorwirkung erbracht. Die gesundheitsfördernde Wirkung fluorhaltigen Trinkwassers für Kinder wie auch für Erwachsene, die schon als Kinder genügende Fluormengen erhielten, gehört heute zum Bestand des gesicherten Wissens.

Abb. 3 zeigt, wie allmählich in Grand Rapids, wo die erste Studie mit künstlich fluoridiertem Trinkwasser am 31. Januar 1945 begann, der Kariesbefall auf unter die Hälfte des vorbestandenen Niveaus absank. Diese Schutzwirkung wurde in zahlreichen weiteren Studien bestätigt, die anfänglich auf den weltweiten englischen Sprachbereich beschränkt blieben. In Europa sind die günstigen Ergebnisse der künstlichen Trinkwasserfluoridierung in Holland, England, Schweden, der Deutschen Demokratischen Republik und neuerdings auch in Basel (*Gutherz 1967, Gülzow et al. 1968*) nachgeprüft und erhärtet worden.

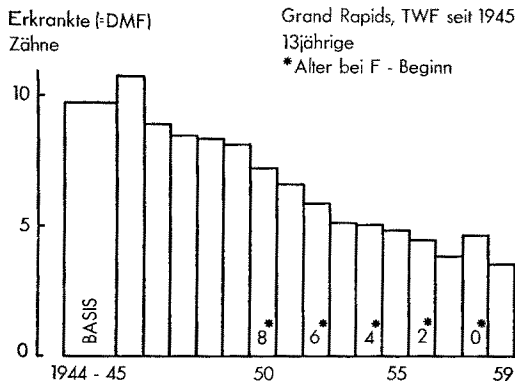


Abb. 3 Absinken des Kariesbefalls nach der 1945 erfolgten Einführung der Trinkwasserfluoridierung in Grand Rapids. Die 1953, 1954 und 1955 untersuchten Kinder zeigten einen bedeutenden Fluorschutz, verglichen mit der Basisuntersuchung von 1944/45, obwohl sie schon 5, 4 beziehungsweise 3 Jahre alt waren, als die Fluoridierung einsetzte.

Aus einer umfangreichen Zusammenstellung (Mühlemann und Marthaler 1962; Marthaler 1968 b), wie auch aus Abb. 3 geht hervor, daß die ersten zwei Lebensjahre für den Kariesschutz im bleibenden Gebiß belanglos sind. Dagegen ist wesentlich, daß die Fluorzufuhr über das ganze Leben beibehalten wird. Da die Bedenkenlosigkeit der Trinkwasserfluoridierung erwiesen ist, konzentriert sich die Fluorforschung auf die genaue Abklärung von Problemen der Aufnahme, des Kreislaufes, der Speicherung und der außerordentlich raschen Ausscheidung des Fluors (Smith 1966).

Die Resultate mehrerer klinischer Studien deuten darauf hin, daß Fluor, das dem Haushaltsalz oder der Trinkmilch zugesetzt ist, ebenfalls eine kariesprotektive Wirkung ausübt. Der Wert von Alternativmethoden zur Trinkwasserfluoridierung hängt vor allem von der Lösung der Dosierungsprobleme ab (Marthaler 1968 b). Neuere Beobachtungen über Physiologie und Stoffwechsel des Fluors deuten darauf hin, daß zukünftige Studien mit höheren Fluordosen erfolgen

können, ohne daß damit Gefahren verbunden sind. Denn seit einigen Jahren werden zur Therapie der Osteoporose über Perioden von mehreren Monaten außerordentlich hohe Fluordosen bis zu 45 mg F pro Tag abgegeben, ohne daß unerwünschte Nebenwirkungen auftreten (Reutter, Pajarola und Siebenmann 1968). Überhöht (natürlich) fluorhaltiges Wasser, dessen regelmäßige Einnahme während der Zahnentwicklungsperiode – vor allem während der ersten sieben Lebensjahre – zu geflecktem Schmelz führen kann, wirkt sich bei jahrzehntelanger Einnahme auf den Verkalkungszustand des Skelettsystems günstig aus (Bernstein et al. 1966).

#### Fluortabletten

Neben der Trinkwasserfluoridierung verleiht vor allem die tägliche Einnahme von Fluortabletten einen bedeutenden Schutz gegen Zahnkaries (Abb. 3). Nach 8jähriger Fluortablettengabe in der Schule zeigten sich an den freien und approximalen Glattflächen der ersten Molaren bei 13- bis 15jährigen Kindern Kariesshemmungen um 50%. Dieser bemerkenswerte Schutz wurde erreicht, obwohl die Kinder die Fluortablettengaben (0,5 bis 1,0 mg Fluor pro Tag) erst vom Alter von 5, 6 oder 7 Jahren an während jährlich rund 200 bis 300 Schultagen erhielten (Marthaler und König 1967) und obwohl bei Fluoridierungsbeginn etwa die Hälfte der ersten Molaren schon im Munde und die übrigen kurz vor ihrem Durchbruch standen.

Angesichts der hier offenbar im Vordergrund stehenden Lokalwirkung erscheint die Bezeichnung «interne Fluoridierungsmaßnahme» zumindest bei den Tabletten teilweise irreführend, weil Fluor schon im Munde direkt hemmend wirkt. Geringe Fluormengen werden, so muß man annehmen, in den Belägen und den oberflächlichen Schmelzschichten zurückgehalten, wie dies auch bei den lokalen Anwendungen durch

Zahnpasten, Spülungen usw. der Fall ist. Bei der Auflösung einer Fluortablette von 0,7 mg in 7 ml Speichel entsteht zum Beispiel eine Fluorkonzentration von theoretisch 100 ppm; ein solch hoher Gehalt wurde erstmals von *Graf und Mühlemann* (1969) in vivo gemessen und entsteht, bei richtiger regelmäßiger Verabreichung, jeden Tag im Munde über mehrere Minuten. Zur Kombination mit fluorhaltigem Kochsalz, welches zurzeit Fluor in ungenügender Menge enthält, nehmen die Kinder vieler Schulen der Kantone St. Gallen und Zürich zusätzlich jeden Tag eine Tablette zu 0,75 oder 0,7 mg Fluor ein.

#### *Fluorhaltige Zahnpasten*

Es kann heute als gesichert gelten, daß es Zahnpasten gibt, die dank eines in ihnen enthaltenen Fluorsalzes die Entwicklung kariöser Läsionen hemmen. Nach anfänglichen Fehlschlägen gelangte man zu diesen Erfolgen, weil man sämtliche Pastenbestandteile sorgfältig auf ihre Verträglichkeit prüfte. Ebenso wurde seit 1960 vermehrte Sorgfalt auf die Ausführung der Studien gelegt. Die statistische Planung der neueren Studien – Verwendung von Zufallszahlen zur Verfahrenszuteilung, Untersuchung ohne Kenntnis der Gruppenzugehörigkeit u. a. m. – kann zumeist als hervorragend bezeichnet werden.

Eine lange im Vordergrund stehende Kombination von Wirkstoff und Scheuermittel bestand aus Zinnfluorid ( $\text{SnF}_2$ ) und Kalziumpyrophosphat ( $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ). Vermutlich wegen der mangelnden Stabilität des Zinnfluorids bestehen recht widersprüchliche Versuchsergebnisse, weswegen diese Kombination von Ingredienzien allmählich verlassen wird. In neueren Pasten herrscht unlösliches Natriummetaphosphat als Abrasivstoff vor. Als Fluorsalze werden (alphabetisch aufgeführt) Aminfluoride, Natriumfluorid, Natriummetaphosphat, Natriummonofluorophosphat und

Zinnfluorid benützt. Diese neueren Pastenformen haben fast durchwegs eine gute Hemmwirkung erbracht.

Für Pasten mit Natriumfluorid schloß *Brudevold* (1967) in einer Übersichtsarbeit auf eine Karieshemmung bei unüberwachtem Gebrauch von rund 20 Prozent. Versuche mit Aminfluoridpasten ergaben über 7 Jahre, der längsten bisher erreichten Beobachtungsdauer, eine *minimal* zu erwartende (97,5 Prozent Vertrauenswahrscheinlichkeit) Karieshemmung von 26 Prozent (*Marthaler* 1968 c).

#### *Andere lokale Fluoranwendungen*

Neben den Zahnpasten gibt es als rein äußerliche Anwendungen überwachtes Zähnebürsten und Spülungen mit Fluorlösungen. Diese Fluoridierungsmaßnahmen, vor allem in Skandinavien entwickelt, werden 6- bis 30mal pro Jahr in der Schule vorgenommen und geben Schutzwirkungen im Bereiche von 15 bis 45%.

Für alle Lokalanwendungen gilt die folgende Regel: je häufiger Fluor auf die Zähne gebracht wird, um so besser ist die Wirkung. Die Wirkungseinbuße durch seltene Anwendung kann durch Anwendung höherer Fluorkonzentration nicht wettgemacht werden.

Von entscheidender Wichtigkeit ist die Tatsache, daß nach Absetzen der Fluoridierung ein Teil des Schutzes wieder verloren geht. Alle Fluoridierungsmaßnahmen sind deshalb vom Kindergarten bis mindestens zur Schulentlassung fortzuführen.

Nach der Schulentlassung kann die Zufuhr durch den Genuß von Fluorsalz und die regelmäßige Verwendung von Fluorzahnpasten und von zahnärztlich verordneten Präparaten aufrechterhalten werden.

#### *Einzelерfolge*

Seitdem man weiß, daß die Häufigkeit der Einnahme und Klebrigkeit von süßen Speisen die Hauptursache des hohen Kariesbefalles ist, hat man mit zusätzlicher Fluor-

prophylaxe zumindest in Einzelfällen sehr viel erreicht. Dies vor allem in jüngeren Zahnärztfamilien, in welchen bei den Kindern völlige Kariesfreiheit, makellose Zahnreihen, die Regel sind, zu welchem Resultat sowohl Ernährungsdisziplin, gründliche Mundhygiene und die zumeist damit kombinierten Fluortabletten geführt haben. Es wirkt sich günstig aus, daß man mit der einfachen Formel «keine süßen Zwischenmahlzeiten» und «Zähnebürsten sofort nach den Hauptmahlzeiten» das Wesentliche erfaßt. Der weitaus größere Teil der Bevölkerung richtet sich jedoch noch nicht nach kariesprotektiven Empfehlungen, weil die äußeren Bedingungen dazu noch nicht erfüllt sind. Zahlreiche Kleinkinder werden über die ersten Lebensmonate hinaus durch gezuckerte Schoppen unwiderruflich an süße Speisen gewöhnt. Der Zucker wird bei der Mütterberatung und vielen Ernährungsanweisungen so in den Vordergrund gestellt, daß viele Eltern zur Ansicht verleitet werden, Saccharose sei ein essentieller Nährstoff. Dabei ist ja die Zuckerzufuhr ohnehin dank der stärkehaltigen Kohlenhydratträger wie Brot, Kartoffeln, Teigwaren, Reis, Mais sichergestellt. Die Mehrzahl der Mütter schenken den Kindern Süßigkeiten zur Belohnung, als wohlverdientes Geschenk. Dadurch wird die Assoziation «süß» und «angenehm», die schon in der Säuglingszeit gefördert wurde, weiter gefestigt. Sobald das Kind die Mutter aus dem Hause begleiten kann, werden ihm in den Läden Süßigkeiten zugesteckt. In den Bäckereien befinden sich die Süßigkeiten auf Augenhöhe der Kinder. Jeder Lebensmitteladen, aber auch jeder Zeitungskiosk stellt an gut sichtbarer Stelle Süßigkeiten auf. In der Fernsehreklame steht die Anpreisung von Süßwaren ebenfalls im Vordergrund. Eltern, die versuchen, unseren Ernährungsempfehlungen nachzuleben, müssen somit einen ständigen Kampf mit der Umwelt auf sich nehmen. Deshalb ist es nicht erstaun-

lich, daß die Ernährungsprophylaxe der Zahnkaries bisher noch auf keine großen Erfolge zurückblicken kann.

#### *Erste Erfolge der Maßnahmen in der Schule*

Neben den Statistiken über den Rückgang des Kariesbefalls in Basel liegen auch Erfolgsmeldungen über die Maßnahmen in der Schule vor.

Eingehende Untersuchungen der Wirkung der Fluortabletten nach 7jähriger Abgabe in der Schule weisen eine minimal zu erwartende Hemmung der Anzahl Schäden von 41% nach (*Marthaler und König 1967*). Dabei ist wichtig, daß auch approximale Schäden (Kavitäten in den Zahnzwischenräumen) vermieden werden, da diese am zeitraubendsten sind bei der Behandlung. Die pro Kind notwendige Zeit für Füllungsarbeiten wird durch die Abgabe von Fluortabletten in der Schule auf rund die Hälfte gesenkt.

In vier Gemeinden des Kantons St. Gallen erfolgte seit mehreren Jahren neben Aufklärung über die Kariesursachen Zähnebürsten monatlich mit Fluoridlösungen und tägliche Abgabe von Fluortabletten in der Schule. Aus diesen Gemeinden stammt der erste Schweizer Bericht über einen Rückgang der Zahnkaries. In den drei Gemeinden ohne Vorbeugung fanden sich 16,3 erkrankte (DMF) Zahnflächen, in den vier Gemeinden mit Vorbeugung dagegen nur 8,6 (*Wegelin 1964*).

In Bettlach SO wurde ein ähnliches Vorbeugungsprogramm nach 1961 eingeführt, und es ergab sich ein ebenso deutlicher Erfolg. Im Schuljahr 1963/64 mußten pro Kind noch 2,1 Füllungen gelegt werden, 1967/68 aber nur noch 0,92 (*Rieder 1967*).

Neuere günstige Ergebnisse aus dem Kanton Zürich befinden sich noch in Ausarbeitung und werden später mitgeteilt.

Der Kariesrückgang ist auch in den Privatpraxen und Schulzahnkliniken spürbar. Während vor drei Jahren beispielsweise die

Schulzahnklinik Bülach voll mit den Kindern der eigenen Gemeinde beschäftigt war, konnten später neun auswärtige Gemeinden mit über 500 Kindern unter Vertrag genommen werden. Im Kanton St. Gallen übernimmt eine fahrende Klinik mehr als 2000 Kinder, während sie früher nur knapp 800 Kinder betreuen konnte. Zu Beginn des Schuljahres 1969/70 verließ einer der drei konservierend arbeitenden Zahnärzte wegen Arbeitsmangels die Schulzahnklinik Dietikon, in welcher nun zwei Schulzahnärzte und ein Orthodont die ständig im Wachsen begriffene Kinderzahl von über 3000 und zusätzliche Schüler aus Außengemeinden betreuen.

Die Schulpflegen und andere, die Jugend und ihre Gesundheit betreuende Behörden haben bis jetzt bloß vereinzelt die Vorbeugung als ihr wichtigstes Arbeitsgebiet erkannt. Nach wie vor sehen diese Instanzen das Heil in der Erstellung ultramodern eingerichteter Schulzahnkliniken, deren kostspieliger Bau und Betrieb sich jedoch bei energischer Handhabung der Prophylaxe oft erübrigen würde. So beschäftigt die Stadt Zürich 45 behandelnde Zahnärzte, Prophylaxe wird aber nur ganz nebenher betrieben. Dabei würde sich schon ein gewaltiger Rückgang der Zahnkrankheiten und ein wie oben beschrieben stark absinkendes Behandlungsvolumen ergeben, wenn ein Viertel des Einsatzes – 10 bis 12 Zahnärzte und ebensoviele Gehilfinnen – für die Prophylaxe statt für Zahnreparaturen eingesetzt würden.

#### Literatur

- Averill H. M., Averill Jeanne E.: The effect of daily apple consumption on dental caries experience, oral hygiene status and upper respiratory infections. *N. Y. State dent. J.* 34, 403–409 (1968).
- Bernstein D. S., Sadowsky N., Hegsted D. M., Guri C. D., Stare F. J.: Prevalence of osteoporosis in high- and low-fluoride areas in North Dakota. *J. amer. med. Ass.* 198, 499–504 (1966).
- Brudevold F.: Caries control by topical treatments and by the use of fluoride dentifrices. *Int. dent. J.* 17, 31–39 (1967).
- Committee on Nutrition. The prophylactic requirement and the toxicity of vitamin D. *Pediatrics* 31, 512–525 (1963).
- Fosdick L. S.: The reduction of the incidence of dental caries. I. Immediate tooth brushing with a neutral dentifrice. *J. amer. dent. Ass.* 40, 133–143 (1950).
- Graf H.: Telemetrie des pH der Interdentalplaque. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 79, 146–178 (1969).
- Graf H., Mühlemann H. R.: Oral telemetry of fluoride ion activity. *Archs oral Biol.* 14, 259–263 (1969).
- Gülzow H.-J., Hindermann M. C., Krafft A., Maeglin B., Ritzel G., de Roche Ch.: Kariesbefall und Kariesfrequenz bei 7–15jährigen Basler Schulkindern im Jahre 1967, nach fünfjähriger Trinkwasserfluoridierung. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 78, 1195–1207 (1968).
- Gutherz M.: Sozialmedizinische Aspekte der Trinkwasserfluoridierung. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 77, 492 bis 514 (1967).
- Jensen S. B., Löe H., Schiött C. R., Theilade E.: Experimental gingivitis in man. IV. Vancomycin induced changes in bacterial plaque composition as related to development of gingival inflammation. *J. periodont. Res.* 3, 284–293 (1968).
- König K. G. und Mühlemann H. R.: The cariogenicity of refined and unrefined sugar in animal experiments. *Archs oral Biol.* 12, 1297–1298 (1967).
- Marthaler T. M.: Gebißzustand bei Mangelernährung. In: König K. G. (Hrsg.): Kariesprophylaxe in ärztlicher Sicht, 2. Aufl. S. 20–24, Bern Stuttgart 1964.
- Marthaler T. M.: Epidemiological and clinical dental findings in relation to intake of carbohydrates. *Caries Res.* 1, 222–238 (1967).
- Marthaler T. M.: Apfel, Gesundheit und Kauorgan. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 78, 823–836 (1968a).
- Marthaler T. M.: Die Kochsalzfluoridierung und Vergleich der kariesprophylaktischen Wirkung verschiedener innerlicher Verabreichungsarten von Fluor. *DZZ* 23, 886–898 (1968b).
- Marthaler T. M.: Karieshemmung durch Aminfluorid-zahnpasten nach 7jähriger Studiendauer. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 78, 134–147 (1968c).
- Marthaler T. M., Froesch E. R.: Ist Weißbrot kariogen? Zahnstatus von Individuen mit Hereditärer Fructose-Intoleranz. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 77, 630–635 (1967).
- Marthaler T. M., König K. G.: Der Einfluß von Fluor-tablettengaben in der Schule auf den Kariesbefall 6- bis 15jähriger Kinder. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 77, 539–554 (1967).
- Mühlemann H. R.: Zuckerfreie, zahnschonende und nicht-kariogene Bonbons und Süßigkeiten. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.* 79, 117–145 (1969).

*Mühlemann H. R., Marthaler T. M.:* Über den Wettlauf verschiedener Methoden zur Fluorprophylaxe der Zahnkaries. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 72, 511–517 (1962).

*Neff D.:* Acid production from different carbohydrate sources in human plaque in situ. Caries Res. 1, 78–87 (1967).

*Newbrun E.:* Sucrose, the arch criminal of dental caries. Odont. Revy 18, 373–386 (1967).

*Reutter F. W., Pajarola M., Siebenmann R.:* Knochenneubildung bei Natriumfluoridbehandlung der Osteoporose. Schweiz. Med. Mschr. 19, 726–727 (1968).

*Rieder F.:* 6-Jahr-Resultate mit kombinierter Kariesprophylaxe nach den Empfehlungen des Seminars für Jugendzahnpflege (1961). Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 77, 1058–1059 (1967).

*Russell A. L.:* International nutrition surveys: a summary of preliminary dental findings. J. dent. Res. 42, 233–244 (1963).

*Smith F. A.:* Pharmacology of Fluorides. Springer Heidelberg (1966).

*Theilade E., Wright S. H., Jensen S. B., Løe H.:* Experimental gingivitis in man. II. A longitudinal clinical and bacteriological investigation. J. periodont. Res. 1, 1–13 (1966).

*Wegelin H.:* Erfahrungsbericht und statistische Auswertung der Kariesprophylaxe bei Schulkindern im Kanton St. Gallen. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 74, 1043–1059 (1964).

*Weiss R. L., Trithart A. H.:* Between-meal eating habits and dental caries experience in preschool children. Amer. J. publ. Hlth. 50, 1097–1104 (1960).

Adresse der Autoren:

PD Dr. *Th. Marthaler*, Prof. *H. R. Mühlemann*, Kariesforschungsstation, Zahnärztliches Institut der Universität Zürich, Plattenstraße 11, 8028 Zürich

## Versicherungen

General-Agentur der

Alpina Versicherungs AG., Zürich

Eidgenössische Versicherungs AG.,  
Zürich

Genfer Lebensversicherung, Genf

**Heinrich Brandeis**

8004 Zürich, Manessestraße 10  
Telefon 23 85 59 / 23 65 34



Spengler Sanitär Dachdecker  
**Genossenschaft Zürich**  
Gegründet 1907

Gewissenhafte und preiswerte  
Ausführung aller

Spenglerarbeiten

Sanitären Anlagen  
Technisches Büro

Dachdeckerarbeiten

Zeughausstraße 43 Telefon 23 07 36