

MARCEL STEINER
GIORGIO MENGHINI
THOMAS M. MARTHALER
THOMAS IMFELD

Klinik für Präventivzahnmedizin,
Parodontologie und Kariologie,
Zentrum für Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde, Universität Zürich

Korrespondenzadresse

Dr. med. dent. G. Menghini
Zentrum für Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde der Universität
Zürich
Plattenstrasse 11
8032 Zürich
Tel. 044/634 34 88
Fax 044/634 43 01
E-Mail:
giorgio.menghini@zzmk.uzh.ch
Schweiz Monatsschr Zahnmed 120:
1095–1104 (2010)
Zur Veröffentlichung angenommen:
6. September 2010

Kariesverlauf über 45 Jahre bei Zürcher Schülern

Schlüsselwörter: Kariesrückgang, Ursachen, Schüler

Zusammenfassung In 16 Zürcher Gemeinden wurden Schüler aller Altersklassen seit 1963/64 in Abständen von vier Jahren zahnmedizinisch untersucht. Über den gesamten Zeitraum wurde dieselbe standardisierte Methode verwendet. Die vorliegende Studie dokumentiert den Kariesbefall über 45 Jahre. Der durchschnittliche DM*FT der 14-jährigen Schüler ging von 1964 bis 2009 von 12,50 auf 1,31 zurück. Dies entspricht einem Kariesrückgang von 90%. Der Kariesrückgang bei 8-, 10- und 12-Jährigen lag zwischen 90% und 92%.

Der «Significant Caries Index» (der durchschnittliche DM*FT im Drittel der 12-Jährigen mit den höchsten DM*FT-Werten) ging von 1964 bis 2009 von 13,09 auf 2,20 zurück. Dies entspricht einem Kariesrückgang von 83%. Der Kariesrückgang war unerwartet hoch. Mit der Wirkung der Fluoride lässt sich ein Kariesrückgang von ungefähr 50% erklären. Ein grosser Teil des Kariesrückganges bleibt unerklärt. Mögliche Ursachen werden diskutiert.

Einleitung

Im Jahr 1963 wurde die zahnmedizinische Vorbeugung in den Schulen des Kantons Zürich eingeführt. Um den Erfolg der Massnahmen zu erfassen, wurden die Schüler in 16 Gemeinden in Abständen von vier Jahren mithilfe einer standardisierten Methode auf ihren Kariesbefall untersucht. Der ursprüngliche Plan eines Vergleichs von Testgemeinden mit Vorbeugung und Kontrollgemeinden ohne Vorbeugung musste aufgegeben werden, da die Schulbehörden in den Kontrollgemeinden beschlossen, sich dem Vorbeugungsprogramm anzuschliessen. Die Untersuchungen in den 16 Gemeinden wurden bis heute fortgeführt.

Die vorliegende Studie dokumentiert den Verlauf des Kariesbefalls bei Schülern dieser Gemeinden über 45 Jahre.

Material und Methoden

Auswahl der Gemeinden und Schüler

Es wurden zu Beginn 16 Gemeinden des Kantons Zürich mit hoher demografischer Stabilität ausgewählt (MARTHALER 1972). Diese Gemeinden sind über das ganze Gebiet des Kantons

Zürich verteilt (Abb. 1). Lediglich in den Jahren 2000 und 2009 verweigerte jeweils eine Gemeinde die Teilnahme.

In kleineren Gemeinden wurden alle Schüler zur Untersuchung aufgeboten. In grösseren Gemeinden wurde jeweils eine Zufallsauswahl vorgenommen. Einmal ausgewählte Schüler wurden nach vier Jahren und nach acht Jahren wieder aufgeboten, solange sie noch im Schulalter waren.

Die vorliegende Auswertung basiert auf Schülern, bei denen der klinische und radiologische Untersuchung vorgenommen werden konnte. Der Absentismus in den Schulen und die Verweigerung der radiologischen Untersuchung (insbesondere nach dem Unfall im Atomkraftwerk Tschernobyl 1986) beeinträchtigten die Teilnahmequote an den Untersuchungen. Im Durchschnitt konnten ungefähr 90% der ausgewählten Schüler klinisch untersucht werden. Von diesen klinisch untersuchten liessen sich in den Jahren 1984 bis 2009 zwischen 65% und 94% röntgen. Die wegen fehlender Röntgenbilder ausgeschlossenen Schüler hatten einen etwas tieferen Kariesbefall (DFS an Fissuren und Grübchen) (STEINER ET AL. 1995).

Die vorliegende Auswertung basiert auf Schweizer und Nichtschweizer Schülern, die seit dem Kindergartenalter (Alter 5 Jahre) in der Schweiz wohnhaft waren. Die wenigen nach dem Alter

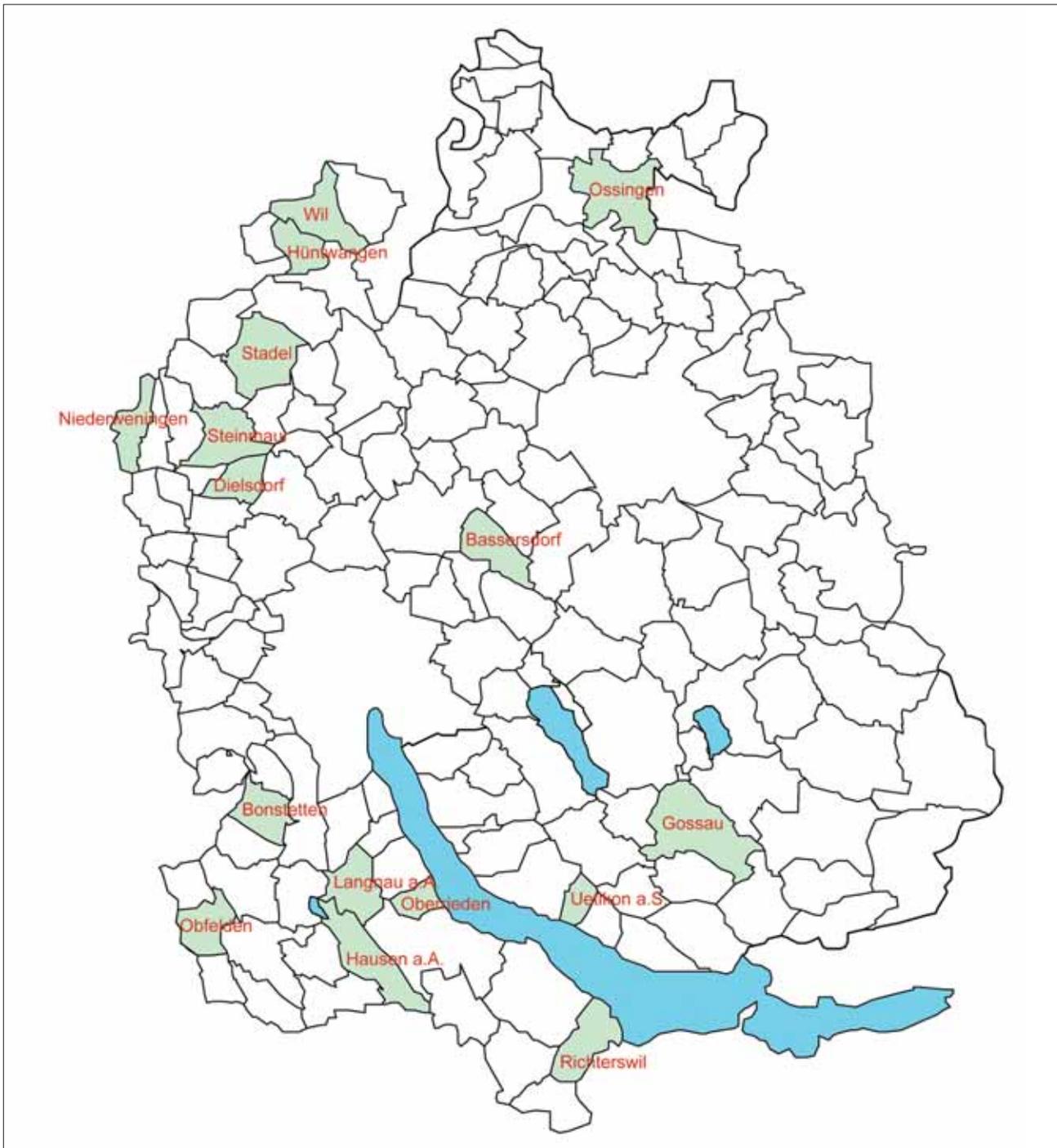


Abb. 1 Die 16 im Kanton Zürich untersuchten Gemeinden

von fünf Jahren Zugewanderten wurden ausgeschlossen. Die 2% bis 4% Ausgeschlossenen hatten einen substantiell höheren Kariesbefall (MARTHALER ET AL. 1996a).

Untersuchungszeitpunkte

Die Schüler der einzelnen Gemeinden wurden im Allgemeinen im Herbst in Abständen von vier Jahren innerhalb eines Tages untersucht. Die Untersuchungen in den 16 Gemeinden wurden meist auf zwei Jahre verteilt. Der zeitliche Mittelpunkt der beiden Untersuchungsjahre fiel jeweils ins zweite Untersuchungsjahr: 1963/64 (= 1964), 1967/68 (= 1968), 1971/72 (= 1972), 1975/76 (= 1976), 1979/80 (= 1980), 1983/84 (= 1984), 1987/88

(= 1988), 1991/92 (= 1992), 1995/96 (= 1996), 2000 (= 2000), 2004/05 (= 2005) und 2008/09 (= 2009).

Standardisierte Untersuchung

Die Methodik der Untersuchung wurde mehrfach beschrieben (MARTHALER 1966, MENGHINI ET AL. 1998, MARTHALER ET AL. 2005). Einige wichtige Punkte sollen hier wiederholt werden.

In den Jahren 1964 bis 1992 erfolgten einseitige Befunderhebungen, d. h., es wurden nur die rechten Kieferhälften untersucht. Pro Tag konnten ungefähr 220 Schüler von zwei parallel arbeitenden Zahnärzten untersucht werden. Ab 1996 wurde beidseitig untersucht. Es konnten pro Tag ungefähr 140 Schü-

ler untersucht werden. Analysen zeigten, dass einseitige Befunde fast identische Resultate lieferten wie beidseitige Befunde (MARTHALER ET AL. 2005).

Im bleibenden Gebiss wurden 34 (einseitig) bzw. 68 (beidseitig) Prädilektionsstellen klinisch beurteilt. Weitere 12 bzw. 24 Approximalfächen (7er mesial bis 4er distal) wurden radiologisch mittels Bitewing-Röntgenbildern beurteilt.

Im Milchgebiss wurden 10 (einseitig) bzw. 20 (beidseitig) Milchzähne klinisch und 6 bzw. 12 Approximalfächen an Milchmolaren (Ver distal bis IVer distal) radiologisch beurteilt.

Die Untersuchung fand in den Schulhäusern auf transportablen Stühlen statt. Diese Stühle waren mit Druckluft und mit einfachen Dentallampen (1964 und 1968) bzw. Faseroptiklampen (ab 1972) ausgerüstet. Die klinische Beurteilung erfolgte im Wesentlichen visuell mithilfe eines planen Spiegels. Kuhornsonden wurden nur in Zweifelsfällen zur Bestätigung einer Kavitation oder zur Entfernung von Plaque- und Speiseresten gebraucht.

In den Jahren 1964 bis 1992 wurde ein konventionelles Bitewing-Röntgenbild (Film) der rechten Seite gemacht. Ab 1996 wurden beidseitig digitale Bitewing-Röntgenbilder (Digora) gemacht.

Ab 1996 wurden die Bitewing-Röntgenbilder auch dazu verwendet, offensichtliche Irrtümer bei der klinischen Beurteilung (übersehene zahncfarbene Füllung, als Versiegelung taxierte Füllung in den Fissuren der bleibenden Molaren und Prämolaren, übersehene zahncfarbene Füllung an Milchmolaren) zu korrigieren.

Vor dem Untersuch bürsteten die Schüler jeweils gruppenweise unter Anleitung einer Schulzahnpflege-Instruktorin die Zähne.

Kariesindices

Zur Beschreibung des Kariesbefalls wurden die folgenden Auszählungen gemacht:

- MT erste Molaren = Anzahl der fehlenden ersten Molaren/MT andere Zähne = Anzahl der fehlenden anderen Zähne/DT = Anzahl der kariösen Zähne/FT = Anzahl der gefüllten Zähne/DMFT = Anzahl der kariösen, fehlenden und gefüllten Zähne/DM*FT = Anzahl der kariösen, fehlenden (nur erste Molaren) und gefüllten Zähne
- DS = Anzahl der kariösen Prädilektionsstellen/FS = Anzahl der gefüllten Prädilektionsstellen/DFS = Anzahl der kariösen und gefüllten Prädilektionsstellen
- D₁₋₂S an Fissuren und Grübchen von Molaren und Prämolaren = Anzahl der verfärbten Fissuren und Grübchen/D₁₋₂S an Approximalfächen von Molaren und Prämolaren = Anzahl der Flächen mit auf den Schmelz beschränkten Radioluzenzen/D₁₋₂S an freien Glattflächen von Molaren = Anzahl der Flächen mit Kreideflecken/D₁₋₂S an Frontzahnflächen = Anzahl der Flächen mit Kreideflecken
- m*t = Anzahl der fehlenden Milchmolaren/dft = Anzahl der kariösen und gefüllten Milchzähne/dm*ft = Anzahl der kariösen, fehlenden (nur Milchmolaren) und gefüllten Milchzähne
- ms = Anzahl der fehlenden Approximalfächen an Milchmolaren/ds = Anzahl der kariösen Approximalfächen an Milchmolaren/fs = Anzahl der gefüllten Approximalfächen an Milchmolaren/dmfs = Anzahl der kariösen, fehlenden und gefüllten Approximalfächen an Milchmolaren/d₁₋₂s = Anzahl der kariösen Approximalfächen an Milchmolaren (nur auf den Schmelz beschränkte Radioluzenzen)
- Die D- und die d-Komponente umfassen Läsionen mit Kavitation (klinische Beurteilung) und Radioluzenzen im Dentin

(radiologische Beurteilung). Die D₁₋₂- und die d₁₋₂-Komponente umfassen einzig Initialläsionen ohne Kavitation und Radioluzenzen im Schmelz.

Untersucher

Die klinischen Untersuchungen wurden von den Autoren TM, MS, GM und 23 weiteren, speziell ausgebildeten Zahnärztinnen und Zahnärzten vorgenommen. Die radiologischen Beurteilungen wurden von drei Untersuchern vorgenommen.

Reliabilität

Die Reliabilität (Wiederholbarkeit) der klinischen Messungen wurde seit 1996 wiederholt mittels Intraclass-Korrelations-Koeffizient (KINGMAN 1997) geprüft, indem die Befunde von mehreren Untersucherpaaren verglichen wurden. Der mittlere Intraclass-Korrelations-Koeffizient (ICC) für vier Untersucherpaare betrug für den dm*ft bei 7-Jährigen 0,97. Der mittlere ICC für acht Untersucherpaare betrug für den DM*FT bei 12-Jährigen 0,92 und für den DFS 0,93.

Durch Wiederholung der radiologischen Befundaufnahme konnte ebenfalls der Intraclass-Koeffizient bestimmt werden. Der mittlere ICC (über mehrere Untersuchungsjahre) für den dmfs an Approximalfächen von Milchmolaren betrug bei 7-Jährigen 0,99. Der mittlere ICC für den DFS an Approximalfächen von Molaren und Prämolaren betrug bei 12-Jährigen 0,95; der ICC für den D₁₋₂S betrug 0,81.

Statistische Auswertung

Es wurden Durchschnittswerte pro Schüler für die oben angegebenen Kariesindices berechnet. Die Mittelwerte der einseitigen Befunderhebung (1964 bis 1992) wurden verdoppelt, um sie direkt vergleichbar zu machen mit den beidseitig erhobenen Befunden (1996 bis 2009).

Der durchschnittliche Kariesbefall im bleibenden Gebiss wurde je für 8-Jährige (7,50- bis 9,49-Jährige), 10-Jährige (9,50- bis 11,49-Jährige), 12-Jährige (11,50- bis 13,49-Jährige) und 14-Jährige (13,50- und 15,49-Jährige) berechnet. Der Kariesbefall im Milchgebiss wurde für 7-Jährige (7,00- bis 7,99-Jährige) berechnet.

Für die 12-Jährigen (11,50- bis 13,49-Jährige) wurde der «Significant Caries Index» (SiC) berechnet (BRATTHALL 2000). Dabei wird die Stichprobe nach DM*FT-Werten geordnet. Im Drittel mit den höchsten Werten wird der mittlere DM*FT berechnet.

Resultate

Verlauf des Kariesbefalls im bleibenden Gebiss

Der Verlauf des Kariesbefalls im bleibenden Gebiss wird für die 8-, 10-, 12- und 14-Jährigen in den Tabellen I, II, III und IV dargelegt. Die Durchschnitte stammen von 241 bis 988 Schülern je nach Alter und Untersuchungsjahr. Die Durchschnittsalter lagen in allen Untersuchungsjahren nahe bei 8,5; 10,5; 12,5 bzw. 14,5 Jahren.

Der Verlauf des Kariesbefalls (DM*FT) wird in Abbildung 2 grafisch dargestellt. Es war ein stetiger Kariesrückgang in allen Altersklassen bis etwa zum Jahr 1996 zu beobachten. Danach stabilisierte sich der Befall auf tiefem Niveau.

Der DM*FT pro 14-jährigen Schüler ging von 1964 bis 2009 von 12,50 auf 1,31 zurück (Tab. IV). Dies entspricht einem Kariesrückgang von 90%. Der Kariesrückgang bei 8-, 10- und 12-Jährigen lag zwischen 90% und 92% (Tab. I, II und III).

Die Anzahl der fehlenden ersten Molaren ging bei den 14-Jährigen von 0,86 auf 0,01 zurück (Tab. IV).

Tab. I Kariesbefall (Mittelwerte) im bleibenden Gebiss von 8-jährigen Zürcher Schülern in den Jahren 1964 bis 2009

Jahr N	1964 486	1968 768	1972 974	1976 988	1980 734	1984 562	1988 502	1992 522	1996 437	2000 430	2005 422	2009 428	Karies- rückgang
Zähne (28)													
MT erste Molaren	0,09	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	
MT andere Zähne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
DT	1,22	0,73	0,60	0,78	0,47	0,25	0,15	0,12	0,07	0,07	0,04	0,05	
FT	1,28	1,27	0,96	0,61	0,52	0,36	0,33	0,26	0,20	0,21	0,16	0,16	
DMFT	2,59	2,03	1,57	1,39	0,99	0,61	0,48	0,39	0,28	0,28	0,21	0,21	
DM*FT	2,59	2,03	1,57	1,39	0,99	0,61	0,48	0,39	0,28	0,28	0,20	0,21	92%
Prädilektionsstellen (92)													
DS	1,79	0,90	0,73	0,89	0,53	0,27	0,17	0,15	0,09	0,08	0,05	0,06	
FS	2,25	1,99	1,54	1,03	0,79	0,51	0,41	0,35	0,26	0,25	0,22	0,21	
DFS	4,04	2,88	2,28	1,93	1,32	0,78	0,58	0,50	0,36	0,33	0,26	0,27	93%
FS/DFS	56%	69%	68%	53%	60%	65%	71%	70%	72%	76%	85%	78%	
Fissuren und Grübchen von Molaren und Prämolaren (22)													
DS	1,05	0,57	0,39	0,38	0,25	0,18	0,14	0,13	0,07	0,07	0,03	0,05	
FS	1,88	1,82	1,45	0,96	0,75	0,49	0,40	0,32	0,24	0,24	0,20	0,20	
DFS	2,93	2,39	1,84	1,34	1,00	0,67	0,54	0,46	0,31	0,30	0,23	0,25	91%
D ₁₋₂ S	2,92	3,09	2,37	2,40	1,95	1,41	1,35	1,19	1,16	1,10	0,93	0,93	68%
Versiegelt	0,00	0,00	0,01	0,01	0,20	0,15	0,32	0,62	0,96	0,73	0,68	0,59	
Approximalflächen von Molaren und Prämolaren (24)													
DS	0,27	0,24	0,30	0,49	0,26	0,08	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	
FS	0,18	0,11	0,06	0,05	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	
DFS	0,45	0,36	0,37	0,54	0,28	0,09	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,01	98%
D ₁₋₂ S	2,18	1,92	1,44	1,21	0,94	0,63	0,47	0,22	0,20	0,29	0,15	0,15	93%
Freie Glattflächen von Molaren (16)													
DS	0,27	0,05	0,02	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
FS	0,13	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	
DFS	0,40	0,09	0,06	0,04	0,04	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	98%
D ₁₋₂ S	2,49	2,19	1,02	0,97	0,57	0,37	0,25	0,25	0,12	0,10	0,07	0,04	98%
Frontzahnflächen (30)													
DS	0,19	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
FS	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	
DFS	0,26	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	100%
D ₁₋₂ S	0,72	0,41	0,14	0,14	0,07	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	97%

FS/DFS = Versorgungsgrad

Der DFS (alle Prädilektionsstellen) pro 14-jährigen Schüler ging von 1964 bis 2009 von 22,69 auf 1,63 zurück. Dies entspricht einem Kariesrückgang von 93%. Der Kariesrückgang bei 8-, 10- und 12-Jährigen lag zwischen 93% und 94%.

Der DFS in Fissuren und Grübchen ging von 1964 bis 2009 je nach Altersklasse um 87% bis 91% zurück.

Der DFS an den anderen Prädilektionsstellen (Approximalflächen von Molaren und Prämolaren, freie Glattflächen von Molaren, Frontzahnflächen) ging je nach Prädilektionsstelle und Altersklasse um 96% bis 100% zurück.

Der D₁₋₂S in Fissuren und Grübchen ging von 1964 bis 2009 je nach Altersklasse um 40% bis 68% zurück.

Der D₁₋₂S an den anderen Prädilektionsstellen ging je nach Prädilektionsstelle und Altersklasse um 81% bis 99% zurück.

Verlauf des «Significant Caries Index»

Der Verlauf des SiC wird in Tabelle V dargelegt. Der SiC ging von 1964 bis 2009 von 13,09 auf 2,20 zurück. Dies entspricht einem Kariesrückgang von 83%.

Verlauf des Kariesbefalls im Milchgebiss

Der Verlauf des Kariesbefalls (dm*ft) im Milchgebiss wird in Abbildung 3 für die 7-Jährigen grafisch dargestellt. Es war ein stetiger Kariesrückgang bis zum Jahr 1988 zu beobachten. Danach war ein geringer Anstieg bis zum Jahr 2000 gefolgt von einem Abfall auf das Niveau von 1988 zu verzeichnen.

Der dm*ft pro 7-jährigen Schüler ging von 1964 bis 2009 von 7,60 auf 1,57 zurück (Tab. VI). Dies entspricht einem Kariesrückgang von 79%.

Die Anzahl der fehlenden Milchmolaren ging von 0,75 auf 0,07 zurück.

Der dmfs an Approximalflächen von Milchmolaren ging von 1964 bis 2009 von 8,37 auf 1,71 zurück. Dies entspricht einem Kariesrückgang von 80%.

Versiegelungen im bleibenden Gebiss

Ab 1996 waren 1 bis 2 Fissuren/Grübchen (von 22) versiegelt (Tab. I, II, III, IV).

Tab. II Kariesbefall (Mittelwerte) im bleibenden Gebiss von 10-jährigen Zürcher Schülern in den Jahren 1964 bis 2009

Jahr N	1964 487	1968 712	1972 823	1976 950	1980 742	1984 508	1988 476	1992 501	1996 395	2000 399	2005 372	2009 390	Karies- rückgang
Zähne (28)													
MT erste Molaren	0,18	0,12	0,06	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	
MT andere Zähne	0,04	0,04	0,09	0,03	0,05	0,07	0,03	0,02	0,03	0,01	0,00	0,02	
DT	1,76	1,02	0,94	0,97	0,73	0,42	0,17	0,10	0,13	0,08	0,06	0,07	
FT	2,86	2,31	1,93	1,34	1,04	0,76	0,67	0,53	0,46	0,45	0,39	0,38	
DMFT	4,84	3,49	3,02	2,36	1,82	1,26	0,87	0,65	0,61	0,54	0,45	0,49	
DM*FT	4,80	3,45	2,93	2,33	1,77	1,19	0,84	0,63	0,58	0,53	0,45	0,47	90%
Prädilektionsstellen (92)													
DS	2,49	1,23	1,15	1,12	0,82	0,45	0,17	0,12	0,16	0,09	0,07	0,08	
FS	5,88	4,10	3,48	2,30	1,73	1,09	0,96	0,69	0,56	0,56	0,48	0,46	
DFS	8,37	5,33	4,64	3,42	2,56	1,54	1,13	0,82	0,72	0,65	0,55	0,55	93%
FS/DFS	70%	77%	75%	67%	68%	71%	85%	84%	78%	86%	87%	84%	
Fissuren und Grübchen von Molaren und Prämolaren (22)													
DS	1,07	0,54	0,39	0,36	0,33	0,19	0,07	0,09	0,10	0,05	0,05	0,05	
FS	3,64	3,31	3,07	2,12	1,59	1,01	0,88	0,62	0,51	0,53	0,45	0,42	
DFS	4,71	3,86	3,46	2,48	1,93	1,20	0,95	0,71	0,61	0,57	0,50	0,47	90%
D ₁₋₂ S	2,99	3,37	2,68	2,99	2,61	2,52	2,05	1,58	1,75	1,55	1,32	1,19	60%
Versiegelt	0,00	0,01	0,01	0,05	0,13	0,30	0,42	0,94	1,18	1,20	1,15	1,01	
Approximalflächen von Molaren und Prämolaren (24)													
DS	0,63	0,47	0,67	0,71	0,46	0,23	0,09	0,02	0,05	0,03	0,02	0,03	
FS	1,13	0,54	0,28	0,12	0,09	0,06	0,06	0,05	0,03	0,03	0,01	0,03	
DFS	1,76	1,02	0,95	0,82	0,54	0,28	0,16	0,08	0,08	0,06	0,03	0,05	97%
D ₁₋₂ S	3,22	3,06	2,66	2,60	2,26	1,20	0,72	0,55	0,61	0,55	0,45	0,29	91%
Freie Glattflächen von Molaren (16)													
DS	0,28	0,07	0,03	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	
FS	0,39	0,12	0,07	0,03	0,04	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	
DFS	0,67	0,18	0,10	0,05	0,07	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	99%
D ₁₋₂ S	3,19	2,94	1,55	1,26	0,74	0,59	0,37	0,35	0,29	0,19	0,09	0,04	99%
Frontzahnflächen (30)													
DS	0,52	0,14	0,06	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	
FS	0,71	0,13	0,06	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	
DFS	1,23	0,27	0,13	0,07	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	98%
D ₁₋₂ S	1,54	0,84	0,43	0,39	0,20	0,20	0,07	0,05	0,06	0,06	0,02	0,01	99%

FS/DFS = Versorgungsgrad

Versorgungsgrad im bleibenden Gebiss

In nahezu allen Untersuchungsjahren und Altersklassen waren mehr als zwei Drittel der kariösen Läsionen gefüllt (s. Versorgungsgrad FS/DFS in Tab. I, II, III, IV).

Versorgungsgrad im Milchgebiss

Der Versorgungsgrad im Milchgebiss nahm von 1964 bis 2009 kontinuierlich zu (Tab. VI). Während im Jahr 1964 erst 11% der kariösen Approximalflächen gefüllt waren, waren es im Jahr 2009 44%.

Diskussion

Der Verlauf des Kariesbefalls

Der Verlauf des Kariesbefalls ist streng genommen nur für die 16 Zürcher Gemeinden repräsentativ. Der Verlauf ist jedoch in anderen Gebieten der Schweiz ähnlich (MENGHINI & STEINER 2006).

Im bleibenden Gebiss war ein stetiger Kariesrückgang von 1964 bis zum Jahr 1996 zu beobachten, danach stabilisierte

sich der Kariesbefall auf niedrigem Niveau (Abb. 2). Im Milchgebiss war ein stetiger Rückgang nur bis zum Jahr 1988 zu beobachten (Abb. 3). Für den geringen Anstieg bis zum Jahr 2000 und den erneuten Abfall auf das schon 1988 erreichte Niveau konnte keine plausible Erklärung gefunden werden.

Der Kariesrückgang bei Schülern hat ein unerwartet hohes Ausmass erreicht. Zur Verdeutlichung sei der Kariesbefall an den Approximalflächen der bleibenden Molaren und Prämolaren von 14-Jährigen erwähnt (Tab. IV). Im Jahre 1964 waren pro Schüler 7,2 Läsionen vorhanden, im Jahr 2009 noch 0,3 Läsionen. Dies ist ein enormer Gewinn, da Approximalfüllungen im Seitenzahnggebiet eine beschränkte Lebensdauer haben (SJÖGREN & HALLING 2002) und zu Attachmentverlust führen können (BROADBENT ET AL. 2006).

Weiter bemerkenswert ist, dass auch in der kariesanfälligsten Gruppe der Kariesbefall (SiC bei 12-Jährigen) um 83% zurückging (Tab. V). Zusätzliche präventive Massnahmen für Schüler mit hohem Kariesrisiko haben deshalb keine Priorität.

Tab. III Kariesbefall (Mittelwerte) im bleibenden Gebiss von 12-jährigen Zürcher Schülern in den Jahren 1964 bis 2009

Jahr N	1964 474	1968 677	1972 736	1976 775	1980 758	1984 542	1988 452	1992 399	1996 292	2000 328	2005 276	2009 295	Karies- rückgang
Zähne (28)													
MT erste Molaren	0,52	0,31	0,11	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	
MT andere Zähne	0,16	0,25	0,35	0,26	0,23	0,16	0,21	0,11	0,10	0,06	0,05	0,05	
DT	2,97	1,64	1,65	1,42	1,23	0,65	0,31	0,18	0,14	0,15	0,14	0,10	
FT	4,46	3,68	3,20	2,18	1,75	1,56	1,27	0,95	0,69	0,72	0,71	0,66	
DMFT	8,10	5,88	5,30	3,90	3,22	2,39	1,80	1,24	0,93	0,96	0,91	0,82	
DM*FT	7,94	5,64	4,96	3,64	2,99	2,23	1,58	1,13	0,84	0,90	0,86	0,77	90%
Prädilektionsstellen (92)													
DS	3,79	1,96	1,87	1,59	1,38	0,74	0,35	0,20	0,16	0,16	0,16	0,12	
FS	9,88	7,10	6,06	4,06	3,05	2,42	1,78	1,30	0,89	0,96	0,93	0,75	
DFS	13,67	9,07	7,93	5,66	4,43	3,16	2,12	1,50	1,05	1,12	1,09	0,87	94%
FS/DFS	72%	78%	76%	72%	69%	77%	84%	87%	85%	86%	85%	86%	
Fissuren und Grübchen von Molaren und Prämolaren (22)													
DS	1,30	0,62	0,60	0,46	0,44	0,35	0,14	0,08	0,07	0,08	0,08	0,05	
FS	5,34	4,97	4,89	3,48	2,72	2,07	1,57	1,15	0,81	0,86	0,83	0,72	
DFS	6,65	5,59	5,49	3,93	3,16	2,42	1,70	1,23	0,87	0,94	0,91	0,77	88%
D ₁₋₂ S	5,05	5,24	4,30	4,81	4,17	4,11	3,26	2,57	2,82	2,95	2,54	2,26	55%
Versiegelt	0,00	0,01	0,02	0,04	0,12	0,37	0,40	0,87	1,06	1,59	1,12	1,66	
Approximalfächen von Molaren und Prämolaren (24)													
DS	1,16	0,94	1,06	1,04	0,89	0,34	0,17	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	
FS	2,21	1,36	0,85	0,45	0,24	0,25	0,17	0,10	0,07	0,08	0,09	0,03	
DFS	3,37	2,30	1,91	1,49	1,13	0,59	0,34	0,19	0,14	0,16	0,15	0,09	97%
D ₁₋₂ S	5,89	5,88	5,30	6,20	5,51	2,63	1,77	0,98	0,68	0,66	0,72	0,58	90%
Freie Glattflächen von Molaren (16)													
DS	0,48	0,15	0,06	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	
FS	0,63	0,25	0,13	0,06	0,04	0,06	0,02	0,04	0,02	0,02	0,01	0,00	
DFS	1,11	0,40	0,18	0,11	0,07	0,08	0,04	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	99%
D ₁₋₂ S	4,16	3,63	2,46	1,69	1,23	1,03	0,64	0,42	0,33	0,39	0,13	0,14	97%
Frontzahnflächen (30)													
DS	0,85	0,25	0,15	0,05	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	
FS	1,70	0,53	0,20	0,08	0,04	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	
DFS	2,54	0,78	0,35	0,13	0,07	0,08	0,04	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	100%
D ₁₋₂ S	2,21	1,07	0,62	0,58	0,34	0,35	0,21	0,11	0,12	0,11	0,06	0,12	95%

FS/DFS = Versorgungsgrad

Wie weit kann der beobachtete Kariesrückgang erklärt werden?

Um diese Frage zu diskutieren, betrachten wir den Rückgang des DFS bei 14-Jährigen (Tab. VII). Im Jahr 1964 hatten 14-Jährige 22,7 Läsionen. Im Jahr 2009 waren es noch 1,6 Läsionen.

Wirkung von Fluoriden

Die im Jahr 1964 untersuchten Schüler waren, verglichen mit den 2009 untersuchten Schülern, noch kaum mit der Fluoridprophylaxe in Kontakt gekommen. Die Kariesprophylaxe mit Fluoriden hatte erst Anfang der 60er-Jahre eingesetzt.

In den Jahren 1960 bis 1963 kamen drei auf ihre Wirksamkeit geprüfte F-Zahnpasten auf den Markt (MARTHALER 1975). Fluoridiertes Speisesalz mit niedrigem Fluoridgehalt (90 ppm F) wurde in den 16 Gemeinden von der Mehrheit der Bevölkerung ab 1963 gebraucht (MARTHALER 1972). Ungefähr 13% der Familien benutzten 1963/64 Fluoridtabletten (MARTHALER & SCHRÖDER 1966). Seit 1962–1964 fanden in den Schulen der 16 Gemeinden vier bis sechs Mal jährlich Zahnbürstübungen mit Fluoridpräparaten statt (MARTHALER 1972).

Heute (2009) benutzen nach Angaben der Eltern 96% der Schüler F-Zahnpasten und 81% konsumieren zu Hause F-Salz mit hohem Fluoridgehalt (250 ppm F). Etwa die Hälfte der Schüler benutzt zusätzlich F-Gelee und/oder F-Spüllösung. In den ersten fünf Lebensjahren wurden nach Angaben der Eltern von 13% der Kinder Fluoridtabletten gebraucht. Ein Teil der Schüler dürfte beim Zahnarztbesuch F-Lack-Applikationen erhalten haben. In den Schulen der 16 Gemeinden finden wie schon seit 1962–1964 weiterhin vier bis sechs Mal jährlich Zahnbürstübungen mit Fluoridpräparaten statt. Von 1980–1984 bis 1990–1994 stieg der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch von Zahnpasten in der Schweiz von 370 Gramm auf 420 Gramm (MARTHALER ET AL. 1996b).

Die karieshemmende Wirkung von F-Zahnpasten wird in einer systematischen Übersichtsarbeit von MARINHO ET AL. (2003) auf 21% bis 28% geschätzt (Tab. VII). Die Wirkung von zusätzlich zu F-Zahnpasten angewendeten lokalen F-Präparaten wird auf 2% bis 17% geschätzt (MARINHO ET AL. 2004). Die Hemmwirkung von F-Salz mit 250 ppm Fluorid wird von MARTHALER

Tab. IV Kariesbefall (Mittelwerte) im bleibenden Gebiss von 14-jährigen Zürcher Schülern in den Jahren 1964 bis 2009

Jahr N	1964 451	1968 501	1972 685	1976 640	1980 715	1984 569	1988 488	1992 357	1996 241	2000 299	2005 285	2009 271	Karies- rückgang
Zähne (28)													
MT erste Molaren	0,86	0,48	0,24	0,10	0,05	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	
MT andere Zähne	0,34	0,44	0,59	0,47	0,35	0,32	0,31	0,39	0,28	0,25	0,12	0,21	
DT	4,96	2,40	2,46	2,17	1,77	1,21	0,64	0,26	0,27	0,30	0,25	0,23	
FT	6,67	6,82	4,82	3,74	2,94	2,53	2,00	1,61	1,25	0,95	1,26	1,06	
DMFT	12,84	10,14	8,11	6,48	5,11	4,09	2,98	2,29	1,80	1,52	1,64	1,52	
DM*FT	12,50	9,70	7,52	6,01	4,76	3,77	2,67	1,90	1,53	1,27	1,52	1,31	90%
Prädilektionsstellen (92)													
DS	6,44	2,92	2,83	2,47	2,03	1,38	0,72	0,28	0,29	0,38	0,28	0,26	
FS	16,25	14,12	9,67	7,27	5,20	4,20	3,01	2,21	1,67	1,28	1,71	1,37	
DFS	22,69	17,04	12,49	9,74	7,23	5,58	3,73	2,49	1,95	1,66	1,99	1,63	93%
FS/DFS	72%	83%	77%	75%	72%	75%	81%	89%	86%	77%	86%	84%	
Fissuren und Grübchen von Molaren und Prämolaren (22)													
DS	1,68	0,61	0,66	0,58	0,62	0,40	0,19	0,15	0,14	0,14	0,08	0,07	
FS	7,77	8,20	6,93	5,83	4,31	3,49	2,52	1,86	1,43	1,14	1,39	1,19	
DFS	9,45	8,81	7,58	6,41	4,93	3,89	2,71	2,01	1,57	1,28	1,47	1,25	87%
D ₁₋₂ S	5,63	5,73	5,27	5,42	5,67	5,93	5,64	4,21	4,41	4,18	3,40	3,40	40%
Versiegelt	0,00	0,00	0,01	0,01	0,09	0,22	0,42	0,76	1,18	2,01	1,46	1,75	
Approximalfächen von Molaren und Prämolaren (24)													
DS	2,76	1,82	1,85	1,71	1,33	0,88	0,49	0,11	0,14	0,19	0,16	0,15	
FS	4,47	3,63	1,92	1,17	0,66	0,54	0,36	0,24	0,19	0,13	0,29	0,16	
DFS	7,23	5,45	3,77	2,88	1,99	1,42	0,85	0,35	0,33	0,32	0,45	0,32	96%
D ₁₋₂ S	7,66	7,76	8,26	9,22	8,30	5,10	4,09	2,15	1,37	1,44	1,52	1,44	81%
Freie Glattflächen von Molaren (16)													
DS	0,71	0,21	0,10	0,06	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	
FS	1,04	0,55	0,20	0,12	0,09	0,09	0,07	0,05	0,03	0,00	0,02	0,01	
DFS	1,75	0,77	0,30	0,18	0,12	0,12	0,09	0,06	0,03	0,03	0,03	0,02	99%
D ₁₋₂ S	5,56	5,52	3,69	2,52	2,01	1,89	1,28	0,90	0,75	0,59	0,26	0,27	95%
Frontzahnflächen (30)													
DS	1,29	0,27	0,23	0,12	0,06	0,08	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	
FS	2,97	1,74	0,62	0,15	0,14	0,07	0,05	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	
DFS	4,25	2,01	0,85	0,26	0,20	0,15	0,08	0,07	0,02	0,02	0,05	0,04	99%
D ₁₋₂ S	3,19	2,14	0,84	0,89	0,68	0,53	0,43	0,45	0,12	0,36	0,15	0,33	90%
FS/DFS = Versorgungsgrad													

(2005) für die Schweiz auf 21% bis 24% geschätzt. Die kumulierte Wirkung all dieser Fluoridierungsmassnahmen wurde mittels einer von MARTHALER (1983) angegebenen Formel berechnet. Dabei wird angenommen, dass die angewendeten Massnahmen unabhängig voneinander wirken. Mit der berechneten (gerundeten) gesamten Hemmwirkung von 39% bis 55% ergibt sich eine Reduktion der kariösen Läsionen von 22,7 auf 10,3 bis 13,9 (Tab. VII).

Weitere mögliche Ursachen für den Kariesrückgang

Für den weiteren Rückgang von 10,3 bis 13,9 auf 1,6 Läsionen, also um weitere (gerundete) 84% bis 88%, müssen andere Faktoren verantwortlich sein. Mögliche Faktoren sind in Tabelle VII aufgelistet. Die angeführten Gründe wurden zum Teil bereits früher im Zusammenhang mit dem in industrialisierten Ländern beobachteten Kariesrückgang diskutiert (BRATTHALL ET AL. 1996).

Eine Reduktion der Plaquemenge durch verbesserte Mundhygiene (Faktor 1) im Beobachtungszeitraum (1964 bis 2009)

lässt sich aufgrund von Gingivitisdaten (Resultate nicht gezeigt) vermuten. Eine Reduktion der Plaquemenge durch mechanische Mundhygiene per se (ohne die lokale Wirkung von Fluoriden) scheint aber nur einen geringen Einfluss auf den Kariesbefall zu haben. Nach BELLINI ET AL. (1981) beschränkt sich die Wirkung hauptsächlich auf freie Glattflächen und Frontzähne.

Veränderungen der Plaquequalität (Faktor 2) sind denkbar. In Speichelproben von Schweizer Schülern wurde deutlich seltener (bei 14%) ein hoher Befall mit Mutans-Streptokokken (> 1 Million Bakterien pro ml Speichel) festgestellt als bei ausländischen Schülern (26%). Es handelt sich hier um unveröffentlichte Resultate aus einer kariesepidemiologischen Untersuchung (MENGHINI ET AL. 1998). In einer schwedischen Studie konnte bei Schülern ein deutlicher Rückgang des Mutansbefalls nachgewiesen werden (KLOCK & KRASSE 1987).

Die Schüler der 16 Zürcher Gemeinden erhielten während den vier bis sechs Mal jährlich erfolgenden Zahnbürstübungen mit Fluoridpräparaten auch Ernährungsempfehlungen. Es ist

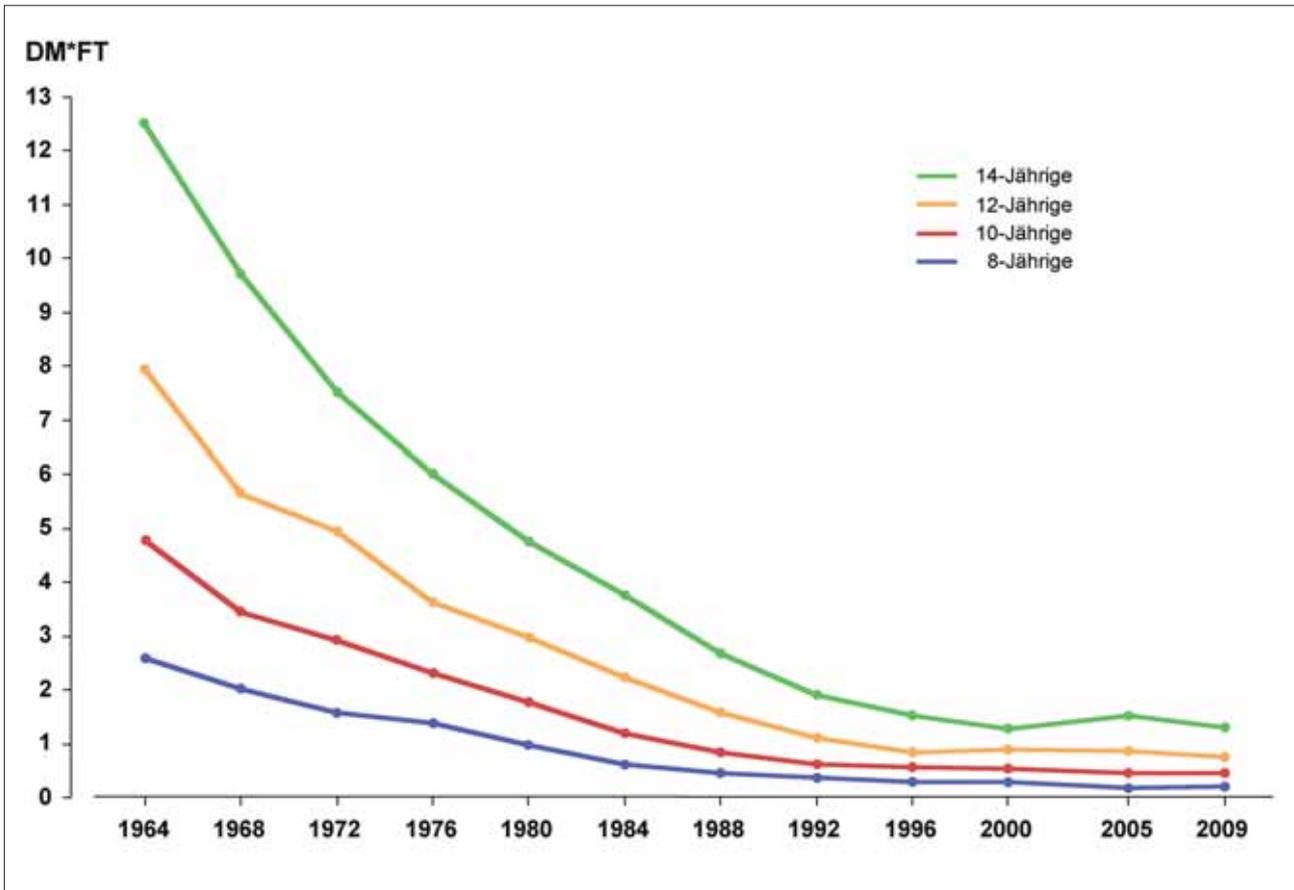


Abb. 2 Durchschnittliche DM*FT-Werte pro Schüler

Tab. V «Significant Caries Index» (SiC) im bleibenden Gebiss von 12-jährigen Zürcher Schülern in den Jahren 1964 bis 2009

Jahr	N	1964	1968	1972	1976	1980	1984	1988	1992	1996	2000	2005	2009	Karies-rückgang
Zähne (28)	SiC	13,09	9,31	8,30	6,36	5,79	5,06	3,93	3,20	2,38	2,46	2,34	2,20	83%

Tab. VI Kariesbefall (Mittelwerte) im Milchgebiss von 7-jährigen Zürcher Schülern in den Jahren 1964 bis 2009

Jahr	N	1964	1968	1972	1976	1980	1984	1988	1992	1996	2000	2005	2009	Karies-rückgang
Milchzähne (20)	m*t	0,75	0,65	0,40	0,17	0,11	0,04	0,03	0,01	0,13	0,18	0,10	0,07	
	dft	6,85	5,77	4,74	3,39	2,18	1,72	1,57	1,54	1,73	2,27	1,50	1,50	
	dm*ft	7,60	6,42	5,14	3,56	2,28	1,75	1,60	1,55	1,87	2,45	1,60	1,57	79%
Approximalflächen von Milchmolaren (12)	ms	1,15	0,96	0,58	0,24	0,15	0,07	0,03	0,01	0,19	0,22	0,15	0,09	
	ds	6,32	5,29	4,13	3,44	2,86	1,88	1,20	1,35	1,31	1,27	0,73	0,86	
	fs	0,90	1,26	1,22	0,96	0,62	0,65	0,61	0,55	0,55	0,79	0,59	0,76	
	dmfs	8,37	7,52	5,93	4,64	3,64	2,60	1,84	1,91	2,04	2,27	1,47	1,71	80%
	d ₁₋₂ s	1,72	2,42	2,26	2,83	2,86	1,52	1,30	1,12	0,81	1,00	0,72	0,80	
	fs/dmfs	11%	17%	21%	21%	17%	25%	33%	29%	27%	35%	40%	44%	
fs/dmfs = Versorgungsgrad														

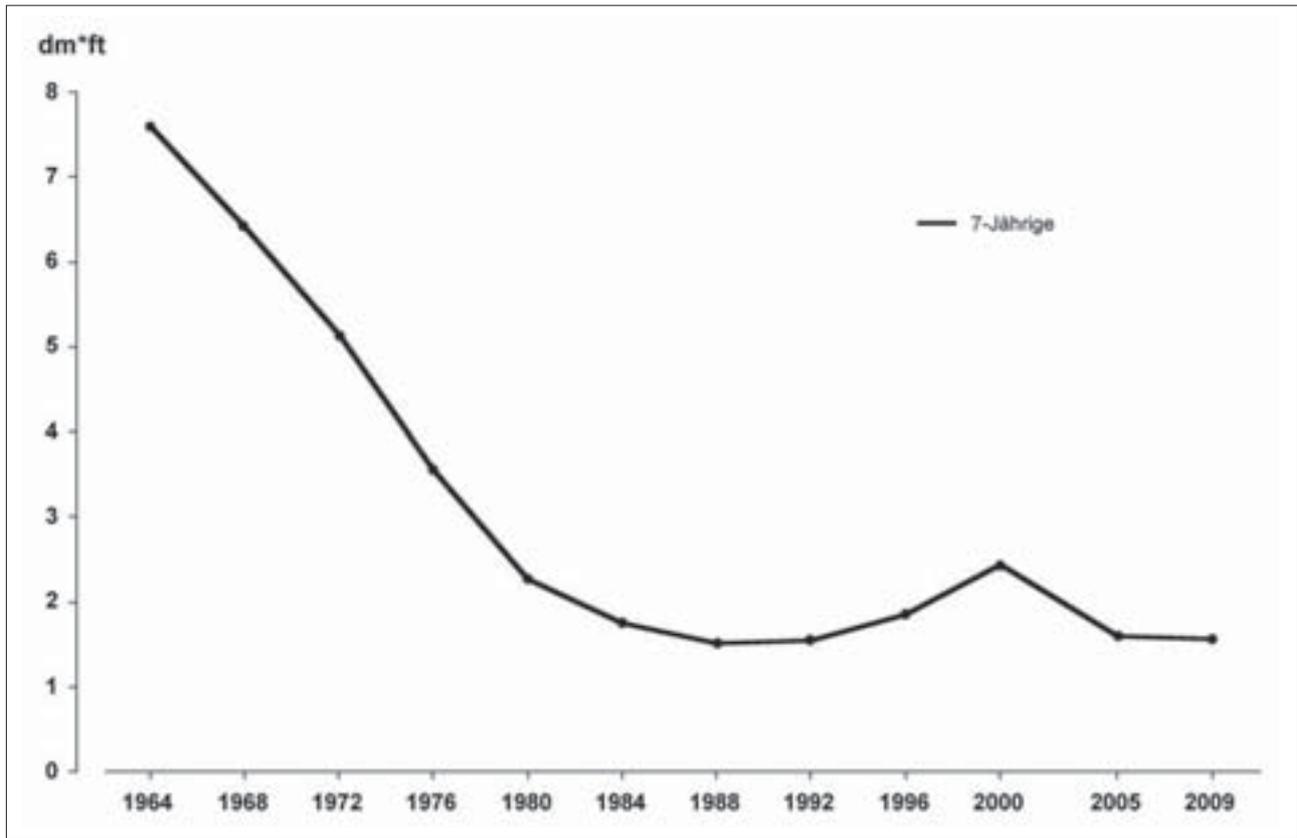


Abb. 3 Durchschnittliche dm*ft-Werte pro Schüler

Tab. VII Wie weit kann der beobachtete Kariesrückgang erklärt werden?			
Faktoren	Reduktion	DFS	Referenzen
F-Zahnpasten	21%–28% ^b	22,7 ^a	MARINHO ET AL. 2003 MARINHO ET AL. 2004 MARTHALER 2005
F-Gelee/F-Spüllösung/F-Lack zusätzlich zu F-Zahnpaste	2%–17% ^b		
F-Salz	21%–24% ^c		
F-Faktoren kumuliert	39%–55%	10,3–13,9	
Weitere Faktoren:			
1 Mechanische Reduktion der Plaquemenge	gering		
2 Veränderungen der Plaquequalität (Zahl und Virulenz der kariogenen Bakterien)	?		
3 Reduktion der Menge oder Häufigkeit des Zuckerkonsums	?		
4 Zuckerfreie Süßwaren	?		
5 Zuckerfreie Kaugummi	gering		
6 Fissurenversiegler	gering		
7 Antibiotika	?		
8 Konservierungsstoffe	?		
9 Polyphenole	?		
10 Unbekannte Faktoren	?		
11 Synergistische Effekte	?		
Weitere Faktoren kumuliert	84%–88%	1,6 ^a	

^a Bei 14-jährigen Schülern im Kanton Zürich nahm der mittlere DFS von 22,7 im Jahr 1964 auf 1,6 im Jahr 2009 ab.
^b 95% Vertrauensbereich
^c Schätzung aufgrund unterschiedlicher Annahmen

denkbar, dass die Menge oder die Häufigkeit des Zuckerkonsums (Faktor 3) reduziert wurde. Dafür liegen jedoch keine Belege vor. Die in der Schweiz verbrauchte Zuckermenge (Saccharose) lag seit 1950 auf konstant hohem Niveau (40 bis 44

Kilogramm pro Kopf und Jahr (MARTHALER ET AL. 1994, Bundesamt für Statistik 2009).

Der Anteil zuckerfreier Süßwaren (Faktor 4) am Süßwarenmarkt beträgt in der Schweiz rund 20% (BISCOUISSE 2010). Dies

kann nur dann zu einem Kariesrückgang geführt haben, wenn dadurch der Konsum zuckerhaltiger Süßwaren gesunken ist. Für Letzteres fehlen Belege.

In der Schweiz ist das Kauen von zuckerfreiem Kaugummi (Faktor 5) weit verbreitet. In einer Befragung von Rekruten im Jahr 2006 gaben 39% der Rekruten an, täglich zwei oder mehr Kaugummis zu kauen. Heute sind über 90% der Kaugummis mit Zuckeraustauschstoffen und Süsstoffen gesüsst. Schüler, die mit Sorbit gesüsstes Kaugummi kauten, entwickelten 20% weniger kariöse Läsionen als Schüler, die keine Kaugummis kauten (DESHPANDE & JADAD 2008). Das Kauen von zuckerfreien Kaugummis könnte also eine geringe Reduktion des Kariesbefalls bewirkt haben.

Das Versiegeln von Fissuren und Grübchen (Faktor 6) dürfte einen geringen Einfluss auf den Kariesbefall haben. Es wurden nur wenige Fissuren und Grübchen versiegelt (Tab. IV).

Die Verschreibung von Antibiotika (Faktor 7) durch Pädiater dürfte im Beobachtungszeitraum (1964 bis 2009) zugenommen haben (FILIPPINI ET AL. 2006). Verschiedene Autoren haben auf einen möglichen Einfluss des Antibiotikagebrauchs auf den Kariesbefall hingewiesen (LÖESCHE ET AL. 1989, KÜNZEL 1997, GIBBONS 1996).

Der Verzehr von Lebensmitteln, die Konservierungsstoffe enthalten (Faktor 8), dürfte im Beobachtungszeitraum ebenfalls zugenommen haben, da der Anteil industriell gefertigter Lebensmittel zunahm. Ein karieshemmender Effekt von Konservierungsstoffen konnte in einer tierexperimentellen Studie nachgewiesen werden (DAVIES ET AL. 2001). Antibakterielle und plaquehemmende Eigenschaften wurden in einer In-situ-Studie nachgewiesen (ARWEILER ET AL. 2008).

In-vitro-Studien zeigten, dass Polyphenole (Faktor 9) die Virulenz der Mutans-Streptokokken reduzieren. Klinische Studien wiesen nach, dass Polyphenole das Wachstum von Mutans-Streptokokken und Plaque hemmen. In Tierstudien wurde zudem eine Karieshemmung nachgewiesen (PETTI & SCULLY

2009). Wichtige Quellen für Polyphenole in der menschlichen Ernährung sind Früchte, Tee, Kaffee und Schokolade (SCALBERT & WILLIAMSON 2000). Es ist denkbar, dass Veränderungen im Konsum dieser Nahrungsmittel den Kariesbefall beeinflussen könnten.

Es ist zudem möglich, dass nicht bekannte Faktoren (10) am Kariesrückgang beteiligt waren.

Wenig untersucht wurden synergistische Effekte (11). Der Effekt zweier Faktoren in Kombination kann grösser sein als die Summe der Effekte der beiden Faktoren. Es gibt Hinweise darauf, dass eine gute Mundhygiene und Fluoride in Kombination eine verstärkt karieshemmende Wirkung haben (RÖLLA ET AL. 1991, MATHIESEN ET AL. 1996).

KLEEMOLA-KUJALA & RÄSÄNEN (1982) beobachteten, dass schlechte Mundhygiene und hoher Zuckerkonsum in Kombination eine verstärkt kariesfördernde Wirkung haben. Dies bedeutet, dass eine gute Mundhygiene bei hohem Zuckerkonsum eine verstärkt karieshemmende Wirkung hat.

Fazit

Zusammenfassend muss gesagt werden, dass nur die Wirkung der Fluoride annähernd quantifizierbar ist. Damit lässt sich ein Kariesrückgang von etwa 50% erklären (Tab. VII). Ein weiterer Rückgang von über 80% bleibt unerklärt.

Ungewisser weiterer Verlauf

Der Kariesbefall im bleibenden Gebiss scheint sich auf niedrigem Niveau stabilisiert zu haben. Da der Kariesrückgang nur zum (kleineren) Teil erklärt werden kann, ist eine langfristige und zuverlässige Prognose über den weiteren Verlauf nicht möglich. Die Entwicklung sollte deshalb weiterhin mittels karies-epidemiologischer Erhebungen verfolgt werden.

Literaturverzeichnis siehe englischen Text, Seite 1093.