Aus dem Institut für Sozialhygiene der Martin - Luther - Universität
Halle-Wittenberg (Direktor : Prof. Dr. Friedrich F a ß b e n d e r)

D i e g e l e n k t e i n d i v i d u e l l e
K a r i e s p r o p h y l a x e d u r c h F l u o r
i n s o z i a l h y g i e n i s c h e r S i c h t

Habilitationsschrift
zur
Erlangung des Titels eines Dr. med. dent. habil.
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt
von

Dr. med. dent. Gisela S c h ü t z m a n n s k y

aus
Annaberg/Erzgeb.

(1957)

Referent: Prof. Faßbender
Korreferent: " Platzer
Datum der ~~Promotion~~: 27.11.57
Habilit.

Herrn Prof. Dr. F. Faßbender
und
Herrn Prof. Dr. Dr. E. Reichenbach

in Dankbarkeit

G l i e d e r u n g

I. Zur Geschichte des Fluorproblems

II. Eigene Untersuchungen zur Kariesprophylaxe durch Fluor

A. Lokale Fluoridierung bei 3000 Hallenser Schulkindern
   a. durch Schmelztouchierung mit Natriumfluorid
   b. durch Schmelztouchierung mit Hexafluoriden
   c. Statistische Auswertung der Reihenbehandlungen

B. Endogene Fluoridierung durch Tablettenverabreichung an 320 Hallenser Schulkinder

C. Speicheluntersuchungen an 225 Probanden zur Feststellung der Wirkung exogener und endogener Fluoridbehandlung auf die Laktobazillenzahlen mit statistischer Auswertung

D. Statistische Erhebungen zur gezielten individuellen Kariesprophylaxe durch Fluor
   a. Karieslokalisation und -häufung
   b. Faktoren geminderter oder erhöhter Kariesresistenz
   c. Urbanisationsunterschiede zwischen Kindern der Innenstadt und der ländlichen Stadtrandgebiete von Halle
      1. primär gesunde Gebisse in beiden Beobachtungsgruppen
      2. Größe der kariösen Defekte in beiden Beobachtungsgruppen
   d. Weitere Faktoren, die möglicherweise das Kariesgeschehen bei resistenten und karieshochanfälligen Kindern bestimmen

III. Die sozialhygienische Bedeutung einer gelenkten individuellen Kariesprophylaxe durch Fluoride

Die Feststellung einer wissenschaftlich gesicherten Beziehung zwischen Fluor und Kariesgeschehen und die Erfahrung, daß die Karies bis zu einem gewissen Grade prophylaktisch durch Fluor beeinflußt werden kann, sind zu einem wesentlichen Teil junge Erkenntnisse.

Zwar hatte M o r i c h i n i (1) schon 1801 Fluor im Zahnschmelz nachgewiesen, und er sowie G a y L u s s a c (2) hatten versucht, eine quantitative Bestimmung des Fluors in Knochen und Zahnschmelz zu ermitteln. Auch gab es in der Folge eine ganze Reihe von Experimenten, durch fluorhaltige Salze vorbeugend auf die Karies einzuwirken: in Deutschland pries E r - h a r d (3) 1875 fluorhaltige Pastillen an, und D e n i n g e r (4) erzielte 1896 positive kariesprophylaktische Ergebnisse durch Calciumfluoridverabreichung an seine Kinder und Enkel. Doch zog man keinerlei Nutzanwendung aus den Entdeckungen, im Gegenteil. Es wurden, vor allem aus Kreisen der Industrie, sehr bald Stimmen laut, die vor den schädigenden Wirkungen des Fluors und seiner Salze warnten. So befaßten sich in der Hauptsache nur die Toxikologen mit ihm, stellten bei Fluorvergiftungen Störungen im Aufbau der interprismatischen Schmelzsubstanz des Zahnes, Hypoplasien, Verkalkungsdefekte und eine mehr oder weniger ausgeprägte Schmelzpigmentierung fest, wie auch schädigende Einflüsse auf den Knochen im Sinne einer Osteoporose, so etwa in Dänemark bei Arbeitern, die mit der Vermahlung von Kryolith (Natriumaluminiumfluorid) beschäftigt waren und schwere Osteosklerosen zeigten.

Dies rief, besonders in Deutschland, eine so große Fluorscheu hervor, daß behördlicherseits die Verwendung selbst minimalster Fluordosen abgelehnt wurde.

In ganz anderer Richtung hingegen verlief die Fluorforschung in Amerika, wo die Natur gewissermaßen als Lehrmeisterin auftrat und dem Menschen die Durchführung zweier großer Versuche abnahm: man beobachtete da in örtlich scharf begrenzten Gebieten bei Personen, die dort geboren worden waren und die ersten 12 Jahre ihres Lebens dort gewohnt hatten, Veränderungen am Zahnschmelz - gelbe, bräunliche oder tiefbraunschwarze Flecken und Erosionen in symmetrischer Anordnung, vornehmlich an den oberen Frontzähnen.

Diese Erscheinungen, "mottled enamel" (gefleckter Schmelz) genannt, waren in der Fachliteratur erstmalig 1888 beschrieben worden. 1916 veröffentlichten B l a c k und M c K a y (5) eingehende Untersuchungsberichte, die genaue histologische Angaben enthielten. Auch wies man damals schon darauf hin, daß die Ursache der Schmelzstörung vermutlich in einem unbekannten Agens des Trinkwassers zu suchen sei, denn die Schmelzsprenkelung trat distriktmäßig begrenzt in Arealen auf, wo Klima, Bodenverhältnisse und Lebensgewohnheiten sich in nichts von denen der unmittelbar benachbarten geographischen Räume unterschieden. Da auch rassische Momente nicht mitsprachen - weiße

---

F l u o r ist das kleinste und chemisch aktivste unter den Halogenen, zu denen noch Chlor, Jod und Brom gezählt werden. Es wird im tierischen Organismus in allen Organen gefunden, jedoch nur im Skelett und im Zahnhartgewebe deponiert, wobei es eine Hydroxylgruppe im Apatit vertritt.

Fluor ist auf der ganzen Erde verbreitet. Mengenmäßig steht es an 13. Stelle der Elemente, die am Aufbau der Erdrinde beteiligt sind. Hauptsächlichste Fluorminerale sind außer Apatit Flußspat (CaF_2) und Kryolith (F_6Al_2FNa).

In Deutschland gibt es 5 größere Flußspatbezirke: in der Oberpfalz, im Frankenwald, im Thüringerwald, im Harz und im Schwarzwald. In geringerer Menge findet sich dieses wichtige Fluormineral ferner im Fichtel- und Erzgebirge. Fluorapatit ist Bestandteil fast aller Eruptivgesteine. Die fluorreichsten Wässer sind vulkanischen Ursprungs. Flußwässer aus Urgesteinen sind im allgemeinen fluorreicher als solche, die aus kalkhaltigen Böden - Jura, Tertiär, Kreide - stammen, Tiefbrunnen in der Regel fluorreicher als Flachbrunnen.

und Indianerkinder wurden gleichmäßig von den Schmelzveränderungen betroffen - blieb als einzige vermutbare Ursache die unterschiedliche Trinkwasserversorgung.

Lange bemühte man sich vergeblich um die Lösung des Rätsels, bis 1928 C h u r c h i l l (6) den chemischen und spektroskopischen Nachweis erbrachte, daß das Trinkwasser aus einem der endemischen Gebiete Fluor enthielt.

Nun setzte im Auftrage des P u b l i c H e a l t h S e r v i c e die Forschung auf breiter Basis ein. Man bildete ganze Stäbe der verschiedensten Disziplinen, stellte durch Reihenuntersuchungen großen Ausmaßes umfangreiche Statistiken auf, entwickelte feinere Fluorbestimmungsmethoden, die es erlaubten, den F-Gehalt des Trinkwassers bis auf 0,1 mg F im Liter genau zu berechnen und ermittelte damit die Fluorkonzentration der Trinkwässer in den inzwischen geographisch exakt festgelegten rund 400 endemischen Gebieten.

Diese grundlegende Untersuchung führte 1931 zu der Erkenntnis, daß das im Trinkwasser befindliche Fluor-Ion Ursache der Schmelzschäden ist. Tierversuche mit dem verdächtigen Wasser, mit dem Ascherückstand des Wassers sowie mit Zusatz von Fluor zu unverdächtigem Wasser bestätigten, daß es tatsächlich das Fluor und nur das Fluor war, das die Dentalfluorose - so nannte man die Schmelzveränderung nun - zur Folge hat.

D e a n , E l v o v e und A r n o l d (7) setzten den minimal-toxischen Schwellenwert für Fluor fest: mehr als 1,5 mg Fluor im Liter Trinkwasser ruft Dentalfluorose hervor, die bereits beschriebenen opaken Flecken an den Zähnen, die mit ansteigendem F-Gehalt gelblich bis braunschwarz werden, wobei die Zähne unregelmäßig verkalkt, von mangelhafter Struktur, bröckelig und leicht abzubrechen sind. Füllungen halten schwer, die Zähne gehen frühzeitig verloren. Charakteristisch ist die symmetrische Anordnung der bei Überdosierung entstehenden Sprenkelungen auf der Zahnoberfläche. Korrespondierende Zähne werden von ein und der-

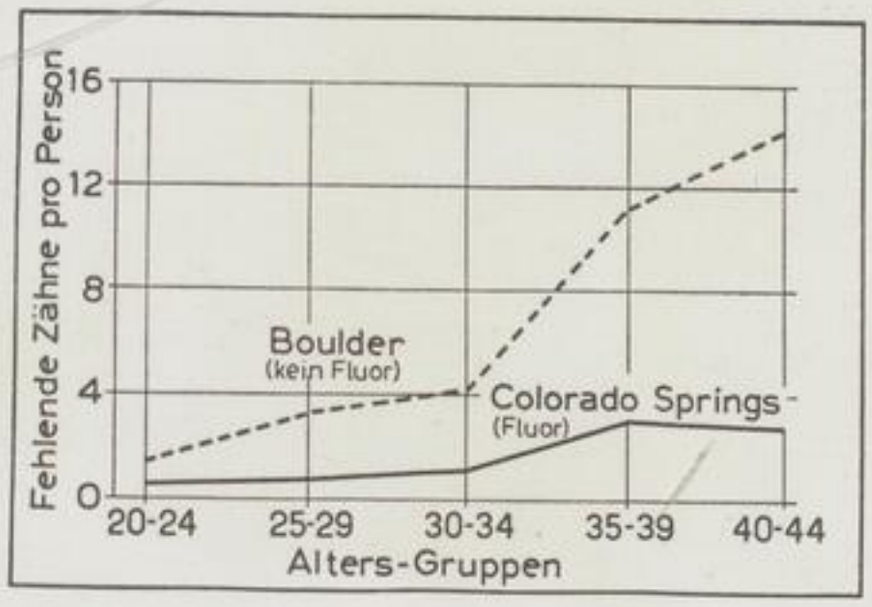
selben Form von Flecken oder Erosionen mit symmetrischer Lokalisation befallen. Am häufigsten erkranken die mittleren bleibenden Schneidezähne und die ersten bleibenden Molaren.

Sehr bald aber begann eine andere, anfänglich als Nebenbefund gemachte Beobachtung weit mehr zu interessieren, nämlich die Erfahrung, daß

1. der Kariesbefall in Gebieten mit 1 ppm (part pro million = 1 Milligramm im Liter) Fluor im Trinkwasser um etwa 60 % niedriger ist als in Gegenden mit fluorarmem Wasser,
2. zu wenig oder kein Fluor im Trinkwasser der Karies wesentlichen Vorschub leistet,
3. die Grenzkonzentration, bei der ein optimaler Kariesschutz zu erkennen ist, ohne daß schädigende Einwirkungen zu bemerken sind, bei 1,5 mg F im Liter liegt.

Diese Zusammenhänge werden bestätigt durch die Untersuchungen K l e i n s (8), der an 8-10 jährigen Kindern aus fluorreichen Bezirken eine Reduktion von 60 % der Anzahl neuentstandener kariöser Defekte fand, verglichen mit Kindern aus fluorarmen Arealen.

Ähnliche Korrelationen zeigt die sehr eindrucksvolle Feststellung des geringen Zahnverlustes von Eingeborenen in Colorado-Springs mit einem Trinkwasser von 2,2 mg Fluor im Liter. Ihm wurde eine Durchschnittsrate des Zahnverlustes von Erwachsenen der Stadt Boulder gegenübergestellt, deren Trinkwasser fluorarm war. Während hier der Zahnverlust im Alter von 15 - 44 Jahren durchschnittlich bis zu 10 Zähnen betrug, lag er in Colorado-Springs bei 0,5, d.h. ein fehlender Zahn auf jeden 2. Bewohner. Die höchste Reduktion wurde bei der Karies im Frontzahngebiet bemerkt. Unter 3000 untersuchten Indianern in diesem Gebiet endemischer Trinkwasserfluorose wurde nicht ein einziger kariöser Schneidezahn gefunden. (Abb. 1) (9)

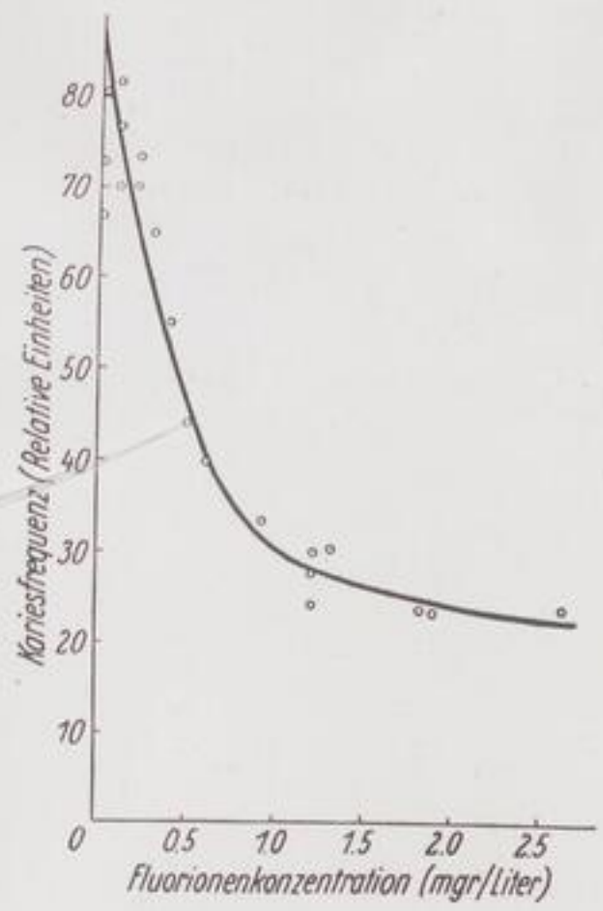


Anzahl fehlender Zähne bei Erwachsenen in zwei Städten mit verschiedenem Fluorgehalt des Wassers. (Umzeichnung nach Knutson.)

Abb. 1 (9)

Folgender markanter Beweis für die Wirkung fluorhaltiger Trinkwässer war in Chicago gegeben: einige Stadtgebiete entnahmen fluorfreies Trinkwasser aus dem Michigansee, andere Stadtbezirke mehr oder weniger fluorhaltiges aus Tiefbrunnen. Bei Untersuchungen in Schulzahnkliniken zeigte es sich, daß Kinder derselben Schule einen ganz verschieden hohen Kariesbefall aufwiesen, je nachdem die Häuser, in denen sie wohnten, mit fluorfreiem oder fluorhaltigem Trinkwasser versorgt wurden.

Diese Beziehungen zwischen Fluorgehalt des Trinkwassers und Kariesbefall sind von D e a n (10) und seinen Mitarbeitern mit geradezu mathematischer Genauigkeit geklärt worden und ergaben eine interessante Kurve, die veranschaulicht, wie die Kariesrate umso mehr ansteigt, je geringer der Fluorgehalt ist. (Abb.2)



Das Diagramm zeigt die Abhängigkeit der Kariesfrequenz von dem Fluorgehalt des Trinkwassers. Bei Trinkwasserfluorkonzentrationen zwischen 1—2 mg/Liter beträgt der Kariesrückgang bereits etwa 70 %.

nach Dean und Arnold

Abb. 2

Diese Ergebnisse werden durch Tierversuche gefestigt. Mc Clure und Arnold, Volker und Gerould (11) bestätigen durch Fütterungsversuche im Tierexperiment, daß Fluor auf endogenem Wege in den Zahnschmelz eingebaut wird. Verfüttertes, radioaktives Fluor ist alsbald im Schmelz und Dentin elektronenmikroskopisch nachweisbar.

Die Wirkung des von Natur aus fluorhaltigen Trinkwassers

Über den Wirkungsablauf als solchen weiß man zu dieser Zeit nicht viel. Bekannt ist lediglich:

1. daß die wichtigste Zeit des Wassergenusses mit der Bildungszeit des Zahnschmelzes zusammenfällt, also bereits im 3. Foetalmonat beginnt und etwa mit dem 12.-13. Lebensjahr endet,
2. daß bei einem Fluorgehalt von nicht weniger als 1 mg F/l und nicht mehr als 1,5 mg F/l keine Verkalkungsstörungen auftreten, wohl aber ein optimaler Kariesschutz erreicht wird.

A d l e r (12) hat für dieses Stadium später den Ausdruck "Eufluorose" vorgeschlagen, um den optimalen Schutz gegenüber der Karies auszudrücken, wobei keinerlei verunstaltende Flecken entstehen und eine maximale Sättigung der Zahnhartgewebe erzielt wird. Die physiologische Wirkungsbreite beträgt nur 1 mg oder wenig mehr.

Ferner wurde festgestellt, daß

a. eine Schmelzhärtung eintritt,
b. eine geringere Schmelzlöslichkeit gegenüber Säureangriffen besteht,
c. eine Verminderung der Säureprodukte zustande kommt,
d. eine Hemmung des Kohlehydratabbaus im Munde stattfindet,
e. ein in der Jugend gesetztes Fluordepot lebenslang wirksam bleibt. Personen, die nach dem 12. Lebensjahr in Fluorgebiete ziehen, zeigen die Kariesreduktion nicht.

Die Wirkung des künstlich fluorierten Trinkwassers

Obwohl vieles andere noch völlig unerklärbar ist, wagt man bereits den nächsten Schritt: die künstliche Anreicherung fluorarmer Trinkwässer auf das errechnete Optimum.

Die klassischen D e a n schen Untersuchungen bildeten die wissenschaftliche Grundlage für das "National Health Program", durch das "fluorine water supply" in den USA überall da für eine generelle Kariesprophylaxe angeraten wird, wo ein niedriger Fluorgehalt festgestellt und eine zentrale Wasserversorgung vorhanden ist.

Für diese "künstliche Fluoridierung" legten A r n o l d , A s t , H o d g e , D e a n u.a. (18) ein ausführliches Programm vor, und man schritt zu Großversuchen in verschiedenen "Pionierstädten". In Newburgh (New York) und Grand Rapids (Mich.) wurde der Fluorgehalt des Trinkwassers ab Mai 1945 auf 1,2 mgF/l Trinkwasser eingestellt. 2 Kontrollstädte von gleicher Größe, gleichem Klima, gleichen Lebensbedingungen und gleichem Kariesbefall - Kingston (New York) und Muskegon (Mich.) - behielten ihr fluorarmes Trinkwasser bei. Zu weiterem Vergleich wurde die

Stadt Aurora herangezogen, deren Trinkwasser einen natürlichen optimalen Fluorgehalt besaß.

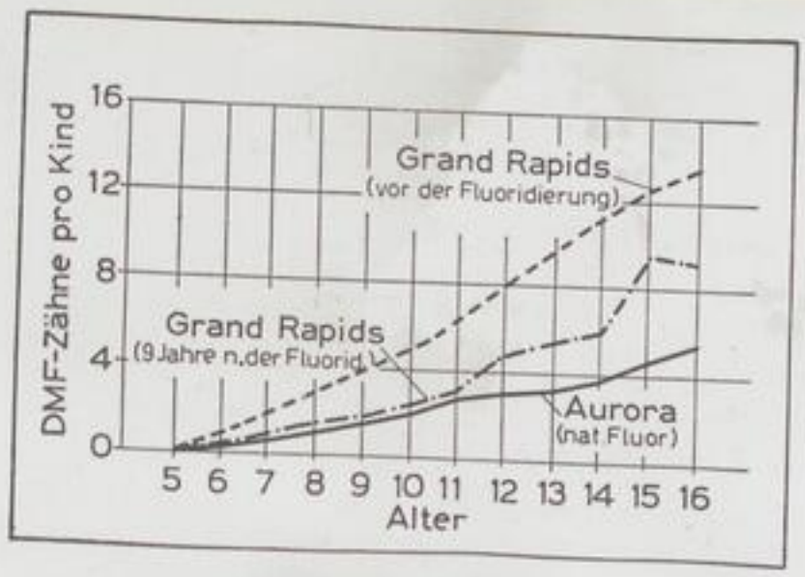
Weitere Großversuche liefen an in Brantford (Ontario), Midland (Mich.), Sheboygan (Wisc.), Evanston (Ill.), Marshall (Texas) und anderen Studienzentren.

Nach 6 Jahren faßte A r n o l d (14) die aus vielen Einzeldaten gewonnenen Ergebnisse wie folgt zusammen:

1. Abnahme des Kariesbefalls unter den Jugendlichen um 60 %,
2. Vermehrung der kariesfreien Gebisse um das Sechsfache,
3. Eindämmung des Verlustes des 1. Molaren um 75 %,
4. Erhebliche Verminderung der kariösen Defekte an den Approximalflächen der Frontzähne.

Nach 7 jähriger Trinkwasserfluoridierung stellten A r n o l d, D e a n und K n u t s o n (15) in einer ungewöhnlich gründlichen Befunderhebung mit Hilfe von Röntgenaufnahmen fest:

1. eine Reduktion der Karies an den bleibenden Zähnen der Grand Rapids-Kinder von 66,6 % bei den 6-jährigen, bis 18,1 % bei den 16-jährigen. Ähnliche Werte wurden auch für die Milchzähne registriert.
2. Derartige Reduktionen sind in der Kontrollstadt Muskegon nicht gebucht worden, wo das Trinkwasser fast fluorfrei ist.
3. Dieser Wechsel in der Karieszahl von Grand Rapids spiegelt



----- Kurve der DMF-Zahl der Kinder von Grand Rapids vor der Trinkwasserfluoridierung, -·-·-·-·- nach der Trinkwasseranreicherung auf 1,0 mg F/l, ——— Kurve der DMF-Zahl der Kinder in Aurora. In diesem Gebiet weist das Wasser einen natürlichen Fluor-Gehalt von 1,2 mg/l auf. (Umzeichnung nach Knutson.)

Abb. 3 (9)

sich auch in den Beobachtungen, die eine gleichhohe Reduktion in der Zahl der fehlenden Zähne zeigen,

4. ein Vergleich der Kariesrate von 1952 in Grand Rapids und jener von Aurora ergibt, daß die Verwendung eines fluoridierten Wassers die gleiche nützliche Wirkung hat wie ein natürliches Fluorwasser von entsprechender Konzentration (Abb. 3).

Die lokale Applikation von Fluoriden

Gleichzeitig mit dem Beginn dieser Großversuche zur Trinkwasserfluoridierung machte B i b b y (16) 1938 die überraschende Feststellung, daß auch durch l o k a l e Anwendung stärkerer Fluorlösungen eine merkliche Karieshemmung zu erzielen ist.

Seine Erkenntnisse wurden gestützt durch die Versuche von A r m s t r o n g und B r e k h u s (17), die den Nachweis erbrachten, daß gesunder Zahnschmelz einen größeren Fluoranteil besitzt als der Schmelz kariöser Zähne, und V o l k e r (18) zeigte 1939, daß die Säurelöslichkeit des durch lokale Fluorbehandlungen mit F angereicherten Schmelzes deutlich vermindert ist.

D i e s e V e r s u c h e b i l d e n d i e t h e o r e t i s c h e G r u n d l a g e d e r l o k a l e n F l u o r a p p l i k a t i o n , w i e w i r s i e i n d e r F o l g e z e i t i n g r o ß e n R e i h e n b e h a n d l u n g e n a n d e r H a l l e n s e r J u g e n d z a h n k l i n i k d u r c h f ü h r t e n .

B i b b y und C h e y n e (19,20) waren die ersten, die unabhängig voneinander 1942 die lokale Fluoridierung praktisch

in Reihenversuchen anwandten und eine 40-50 %ige Herabsetzung der Kariesanfälligkeit berichteten. Daraufhin befaßten sich im Rahmen des Public Health Service besonders auch Knutson, Armstrong, Mc Cauly, Klingenberg, Dean, Arnold, Galagan u.a. (21) mit der Berieselung der Zahnreihen mit Fluorlösungen verschiedener Zusammensetzung und Konzentration und erreichten Reduktionen des Karieszuwachses von etwa 40 %.

Diese Ergebnisse wurden in den folgenden Jahren eingehend nachgeprüft. Dabei stellte sich heraus, daß die Wirkung der lokalen Fluorapplikation von einer sachgemäßen Ausführung abhängig ist. Knutson (22) entwickelte daher, auf den gemachten Erfahrungen bauend, in 8 Versuchsjahren eine Standardmethode der lokalen Zahnschutzhärtung mit 2 %iger Natriumfluoridlösung.

Die Knutsonsche Standardmethode besteht

1. aus einer gründlichen Zahnreinigung mit Bimssteinpulver bez. Schlämmkreide und H_2O_2 vor Beginn der 1. Fluortouchierung,
2. sorgfältigster Trockenlegung der Zahnreihen mit Warmluftgebläse und Watterollen,
3. 4 maliger Berieselung der Zähne mit 2 %iger NaF-Lösung in Abständen von jeweils 8 Tagen.

Eine Nachprüfung dieser Methode an 50 000 New-Yorker Schulkindern ergab eine durchschnittliche Kariesreduktion von 40 %.

Daraufhin bewilligte der amerikanische Kongreß 1949 eine Summe von 1 Million Dollar zur Aufstellung von Unterrichtsteams, die die Methode der lokalen Fluorierung in allen Staaten Nordamerikas bekannt machten, und empfahl die Zahnschutzhärtung als prophylaktisch wirksame Maßnahme den privaten Praxen, Gemeinden und Schulen in allen denjenigen Fällen, wo fluorarmes Trinkwasser vorhanden, eine Trinkwasserfluoridierung aber nicht durchführbar ist.

Mit Beginn des Jahres 1950 setzten wir an der Jugendzahnklinik Halle ebenfalls auf breiter Basis mit Reihenbehandlungen nach der Methode Knutson ein.

Während die endogene Fluorprophylaxe das Ziel verfolgt, dem in der Bildung begriffenen Zahnschmelz präeruptiv die nötigen Fluorsalze über den Stoffwechsel zukommen zu lassen, wird bei der exogenen Fluorapplikation eine posteruptive Härtung des bereits fertig gebildeten, wenn auch noch im Reifungszustand befindlichen Schmelzes durch Touchierung mit Fluorlösungen angestrebt.

Zwischen beiden Methoden besteht ein weiterer grundlegender Unterschied darin, daß die endogene Behandlungsform im 3. Foetalmonat beginnen und ohne Unterbrechung bis zum 12. oder 13. Lebensjahr fortgesetzt werden muß. Im Gegensatz dazu beeinflußt die lokale Applikation den Zahnschmelz nach seinem Durchbruch in die Mundhöhle durch mehrere Serien von Fluorpinselungen etwa im 7., 9., 11. und 13. Lebensjahre.

Die beiden Tabellen der nächsten Seite geben einen Überblick über die entsprechenden Entwicklungsphasen der Zähne. (Tab. 1 u.2)

Jeder Fluorprophylaxe, ganz gleich welcher Art, hat die Bestimmung des Fluorgehaltes im örtlichen Trinkwasser vorauszugehen. Dieser Wert ist in Deutschland fast ausnahmslos zu niedrig im Sinne einer optimalen Fluordarbietung. Abgesehen von anderen

---

1943 sind außer den in USA beschriebenen 400 Dentalfluorosegebieten noch solche in England, Holland, Italien, Spanien, Nordafrika, Britisch Indien, China, Japan, Mexiko, Argentinien, Cap Verdische Inseln, Azoren, Bahamas, Kanada und Südseeinseln bekannt.

Tab. 1

Entwicklung, Verkalkung und Durchbruch der Milchzähne

(Kronfeld,Logan,Webster)(23)

Zahn	Beginn der Mineralisation etwa im	Kronen fertig gebildet im	Zahndurchbruch meistens im	Wurzeln fertig gebildet etwa mit
01	4.-5.Föt.Mon.	4.Lebensmonat	6.-9.Lebensmo.	1½-2 Jahren
02	4.-5. " "	5. "	8.-12. "	1½-2 "
03	5.-6. " "	9. "	16.-20. "	2½-3 "
04	5. " "	6. "	12.-16. "	2-2½ "
05	5.-6. " "	10.-12. "	20.-30. "	3 "

Tab. 2

Entwicklung, Verkalkung und Durchbruch der bleibenden Zähne

(Kronfeld,Logan,Webster)(24)

Zahn	Beginn der Mineralisation etwa im	Kronen fertig gebildet im	Zahndurchbruch meistens im	Wurzeln fertig gebildet etwa im
1 er	3.- 4.Mon.	4.- 5.Jahr	6.- 9.Jahr	10.-11.Jahr
2 er	3.- 4. "	4.-5. "	7.-10. "	10.-11. "
3 er	4.- 5. "	6.- 7. "	10.-14. "	13.-15. "
4 er	1½-2.Jahre	5.- 6. "	10.-13. "	12.-14. "
5 er	2-2½. "	6.- 7. "	10.-14. "	12.-14. "
6 er	6.Foetalmon.	3.- 4. "	6.- 8. "	9.-10. "
7 er	2½-3.Jahre	7.- 8. "	10.-16. "	14.-16. "
8 er	7.-10. "	12.-16. "	16.-40. "	18.-25. "

ätiologischen Momenten ist das gehäufte Vorkommen von Karies infolge herabgesetzter Resistenzeigenschaften des Schmelzes schon dadurch verständlich. Nur ein einziges Dentalfluorosegebiet ist in Deutschland bekannt, in Berggießhübel in Sachsen, 8 km westlich der Elbe, mit einem Fluorgehalt des Trinkwassers von 2,2 mg/l. Alle sonst analysierten Trinkwässer haben eine sehr viel niedrigere Fluorbeigabe.

So lauten die Fluorwerte für

Halle	0,30 mg/l
Potsdam	0,40 " "
Pretzsch a.d. Elbe	0,38 " "
Leipzig-Naunhof	0,15 " "
Dresden-Koschütz	0,15 " "
Bad Schandau	0,10 " "
Bremerhaven	0,35 " "
Lübeck	0,19 " "
München 1937	0,114 " "
München 1951	0,115 " "
Kreuther Trinkwasser	0,220 " "
Oberammergauer Trinkwasser	0,290 " "
Magdeburg (Gemisch aus Elbwasser und Wasser der Letzlinger Heide):	
linkes Elbufer	0,75 " "
rechtes "	0,17 " "
Letzlinger Heide	0,046 " "

um nur einige anzuführen. (n.Mittlg.d.Deutschen Fluorkommision)(25)

V o r b e u g e n d e M a ß n a h m e n g e g e n K a r i e s i m S i n n e e i n e r F l u o r p r o p h y l a x e s c h i e n e n a l s o i n H a l l e d u r c h a u s i n d i z i e r t .

Unsere erste Aufgabe bestand darin, durch systematische Reihenversuche an einer großen Anzahl von Probanden nachzuprüfen, inwie-

weit die in Amerika gemachten Erfahrungen auch auf unsere Gegebenheiten zutreffen. Da die Kariesverhältnisse in den USA qualitativ und quantitativ von den unseren verschieden sind - man findet dort einen viel stärkeren Kariesbefall mit anderer Verteilung auf die einzelnen Zähne und Zahnflächen - war das nicht ohne weiteres vorauszusetzen. Es galt daher, den Umfang des Nutzens, wie er sich in unserem Lande bieten würde, durch streng kontrollierte Demonstrationen aufzuzeigen, um später entscheiden zu können, ob der Aufbau einer derartigen Prophylaxe zu empfehlen sei.

Zum zweiten hatten wir Wege einer möglichen Verbesserung der bisherigen Methode zu suchen.

Der Wirkungsmechanismus des Fluors

Was geschieht mit der Zahnoberfläche, wenn sie in Kontakt mit einer Fluorverbindung gebracht wird? Es tritt zunächst eine Härtung des Schmelzes ein. Diesen Beweis lieferten P h i l i p s und S w a r t z (26), die eine physikalisch meßbare Härtezunahme ermitteln konnten. Der mineralische Anteil des Dentins und des Schmelzes besteht im wesentlichen aus Hydroxylapatit $Ca_5(PO_4)_3OH$, der im Schmelz in Schmelzprismen angeordnet ist. Diese Schmelzprismen stellen aber keine Einkristalle dar, sondern sind ihrerseits aus sehr kleinen Kristalliten aufgebaut, die durch die interprismatische Substanz voneinander getrennt sind. Der Schmelz ist also heterogen, was zwar seinen mechanischen Eigenschaften zugute kommt, für seine Resistenz jedoch von Nachteil ist.

Bringt man nun Fluorlösungen in Kontakt mit der Schmelzoberfläche, so kommt es zu einem Einbau von Fluor durch einen teilweisen Austausch von OH-Ionen des Hydroxylapatits in F-Ionen nach der Gleichung

$$Ca_{10}(PO_4)_6OH_2 + 20\ NaF \rightleftharpoons 10\ CaF_2 + 6\ Na_3PO_4 + 2\ NaOH.$$

Nach der Theorie von K n a p p w o s t (27) vollzieht sich der Fluoridierungsvorgang in 2 Phasen. Bei der Behandlung von Hydroxylapatit mit Natriumfluoridlösung bildet sich nicht sofort

das gewünschte Fluorhydroxylapatit, sondern vorerst schwerlöslichesCalciumfluorid. Dieses entstehende CaF_2 liegt als feinkristallineImprägnierungsschicht auf der Schmelzoberfläche. Nun gibt das relativ schwer lösliche CaF_2 im Vergleich zur NaF-Lösung nur wenigF-Ionen ab, so daß die eigentliche Fluoridierung zu Fluorhydroxylapatit sehr langsam vor sich geht.

Hat die Fluorlösung längere Zeit, etwa 10-15 Minuten, auf den Schmelz eingewirkt, so ist eine festere kristallinische Bindung und damit eine verminderte Schmelzlöslichkeit gegenüber Säuren erreicht. Wir suchen also bei der lokalen Kariesprophylaxe mit Fluoriden durch Überführung der obersten Schmelzschichten in Fluorhydroxylapatite die organische Komponente des Schmelzes in geringerem Maße angreifbar zu machen. Fluorierter Schmelz erwies sich weniger löslich in Ameisen-, Milch-, Weinstein-, Essig- und Zitronensäure.

Ferner wurde durch lokale Applikation eine Zunahme des Fluors im Schmelz erzielt, und zwar beobachtete man das Maximum an Fluoraufnahme nach 15 Minuten. Bei Erwachsenen war sie nicht so groß wie bei Jugendlichen.

Eine umfassende Abhandlung über die karieshemmende Wirkung der lokalen Fluoridierung legte R a t h j e (28,29) vor. Mit Hilfe einer Methode der acidometrischen Ausfällung konnte er klären, daß Hydroxylapatit und Fluorapatit, wie sie im fluorierten Schmelz vorkommen, die einzigen beständigen Apatitarten sind, während reines Fluorapatit nicht existenzfähig ist.

B e r g g r e n und H e d s t r ö m (30) stellten fest, daß die neugebildete Calciumfluoridschicht aus kleineren und enger gelagerten Kristallen besteht als unbehandelter Schmelz und eine herabgesetzte Permeabilität besitzt.

Die Japaner M a t s u m i y a , T a k u m a und T s u c h i k u r a beschäftigten sich mit dem Wirkungsablauf der lokalen NaF-Oberflächentouchierung in vitro mit Elektronenmikroskopie und konnten das Vorhandensein von Calciumfluoridablagerungen nach NaF-Applikationen nachweisen.(31)

Durch radiochemische und radiographische Studien mit markiertem Radiofluor (F^{18}) zeigten M y r s , H a m i l t o n und B e c k s (32), daß die F-Ionen in großer Anzahl in oberflächliche Schmelzdefekte eindringen und dort Konzentrationspunkte bilden. Sie meinen, daß der Schutzeffekt der Oberflächenberieselung mit der gesteigerten Aufnahme der F-Ionen durch die Schmelzdefekte zusammenhängt.

Die erhöhte Fluorkonzentration konnte auch bei impaktierten Zähnen festgestellt werden, was dahin gedeutet wird, daß das Fluor-Ion durch die Gewebeflüssigkeit aufgenommen wird (B r u d e - v o l d , G a r d n e r , S m i t h) (33).

H e i n , B o n n e r , B r u d e v o l d und H o d g e (34) ermittelten, daß verschiedene Zahntypen verschiedene Mengen von Fluor-Ionen aufnehmen, ja daß selbst der gleiche Zahn unterschiedliche Zonen aufweist.

Nicht unwichtig ist die Frage, ob man den organischen Fluorverbindungen einen bakteriziden oder zumindest bakteriostatischen Einfluß zuschreiben darf. Hier sind viele Beziehungen noch nicht überschaubar, so die über den Speichel, die Fermente, die Enzyme, die Keime und die Wechselbeziehungen zwischen Speichel und Schmelzoberhäutchen.

W o h i n z (35) sieht den Grund für die nur etwa 40 %ige Wirkung der Fluorprophylaxe möglicherweise darin, daß Gärungssäuren, Esterasen, Peptidasen bez. Proteasen nebeneinander reagieren, aber nur die beiden ersten durch Fluor beeinflußbar sind.

Nach L e i m g r u b e r (36) steuert das Fluor vor allem den Mineralisationsvorgang, der eine ganze Reihe fermentativ bedingter Reaktionen umfaßt. Von den zahlreichen daran beteiligten Fermenten sind mit Sicherheit die Phosphatase und die Enolase vom Fluor abhängig.

Nach S c h m i t z (37) werden durch das chemisch-biologische Geschehen folgende Vorgänge ausgelöst:

1. Die Widerstandsfähigkeit des Schmelzes gegenüber Säureangriffen ist erhöht, wodurch der kariöse Prozeß verlangsamt wird.

Durch radiochemische und radiogrammetische Studien mit markiertem Radiofluor (F^{18}) zeigten Myers, Hamilton und Becks (34), daß die F-Ionen in großer Anzahl in oberflächliche Schmelzschichten eindringen und dort Konzentrationspunkte bilden. Sie meinen, daß der Schutzeffekt der Oberflächenbehandlung mit der gesteigerten Aufnahme der F-Ionen durch die Schmelzschichten zusammenhängt.

Die erhöhte Fluorkonzentration konnte auch bei imprägnierten Zähnen festgestellt werden, was dahin gedeutet wird, daß das Fluor-Ion durch die [illegible] aufgenommen wird (Brudevold, Gardner, Smith) (35).

Hein, Bonner, Brudevold und Hodge (36) ermittelten, daß verschiedene Zahntypen verschiedene Mengen von Fluor-Ionen aufnehmen, ja daß selbst der gleiche Zahn unterschiedliche Zonen aufweist.

Nicht unwichtig ist die Frage, ob man den organischen Fluorverbindungen einen bakteriziden oder zumindest bakteriostatischen Einfluß zuschreiben darf. Hier sind viele Meinungen noch nicht übereinstimmend, so die über den Speichel, die Fermente, die Enzyme, die Keime und die Wechselbeziehungen zwischen Speichel und Schmelzoberfläche.

Wohlne (37) sieht den Grund für die nur etwa 50 %ige Wirkung der Fluorprophylaxe möglicherweise darin, daß Säurebildnern, [illegible], Peptidasen bzw. Proteasen untereinander verglichen, aber nur die beiden ersten durch Fluor beeinflußbar sind.

Nach Heimgruber (38) steuert das Fluor vor allem den Mineralisationsvorgang, der eine ganze Reihe fermentativ bedingter Reaktionen umfaßt. Von den zahlreichen daran beteiligten Fermenten wird mit Sicherheit die Phosphatase und die Enolase von Fluor abhängig.

Nach Schmidt (39) werden durch das chemisch-biologische Geschehen folgende Vorgänge ausgelöst:

1. Die Widerstandsfähigkeit des Schmelzes gegenüber Säureangriffen ist erhöht, wodurch der kariöse Prozeß verlangsamt wird.

2. Der Zahnschmelz wird gehärtet und somit widerstandsfähiger gegen mechanische Abnutzung.
3. Die beim Angriff der Bakterien wirksamen Phosphatasen werden in ihrer Wirkung herabgesetzt.
4. Die Fluor-Ionen fördern die Speichelabsonderung und reduzieren die Viskosität.

Die Methode der lokalen Touchierung hat außerdem folgende Vorteile:

a. Die Applikation liegt in zahnärztlicher Hand.
b. Die Behandlung der Kinder erfolgt im günstigsten Alter.
c. Das Medikament ist an Gehalt und Menge genau bestimmt.
d. Alle Zähne können gleichmäßig erfaßt werden.
e. Es entstehen keinerlei Nebenwirkungen, da Fluor nicht geschluckt wird.
f. Eine genaue Kontrolle ist gewährleistet.
g. Niemand ist gezwungen, sich der Behandlung zu unterziehen, wie das z.B. bei der Trinkwasserfluorierung der Fall ist.

Eigene Untersuchungen

Die lokale Applikation von Fluoriden

Wir arbeiteten bei unseren Reihenversuchen in einiger Anlehnung an die Methode K n u t s o n . Zur Applikation verwendet wurde eine 2 %ige wäßrige Lösung von Natriumfluorid (NaF), eine farb- und geruchlose, leicht salzig schmeckende Flüssigkeit ohne Ätzwirkung mit einem pH 6,6 - 6,8. Der Touchierung voran ging eine einmalige, sehr sorgfältige Reinigung des Gebisses von Zahnstein und Zahnbelag mit Schlämmkreide und H_2O_2 mittels rotierender Bürste und Gumminapfpolierer. Die Interdentalräume wurden mit Hilfe von Seidenfäden gesäubert. Vorhandene Silikatfüllungen erforderten eine Abdeckung mit Lack, da sie sonst im Anschluß an die Imprägnierung zerbröckelt wären. Es folgte eine gründliche Trockenlegung der Zahnreihen mit Speichelsauger, Automaton, Watterollen und Warmluftgebläse, die im Laufe der Jahre eher an Exaktheit der Ausführung zunahm, da A d l e r (38) nachwies, daß speichelnasse Zähne den Fluoridierungsvorgang wesentlich abschwächen.

Überhaupt scheint der Erfolg der Zahnschutzhärtung in einem hohen Grade von der Genauigkeit ihrer Durchführung abzuhängen. Auch K n a p p w o s t (39) betont, daß ohne Schaffung von Retentionsstellen für den Fluorniederschlag durch eine gewissenhafte Bürstvorbehandlung des Zahnschmelzes - besonders an den Prädilektionsstellen der Karies - die Wirkung sehr unsicher sei. Diese Vorbehandlung ist unabdingbare Voraussetzung dafür, daß das Medikament unmittelbar an die Zahnhartsubstanz herangebracht wird.

Der peinlichst trockene und durch Watterollen vor Speichelbenetzung gesicherte Zahnschmelz wird - mit Wattebausch und Pinzette - reichlich mit Fluorlösung beschickt, unter Zuhilfenahme von Seidenfäden auch die Interdentalräume. Nach einer Eintrocknungszeit von 4 Minuten, während der nach Bedarf die Watterollen gewechselt werden, wird die Touchierung wiederholt. Nach abermaligem 4-

---

Unsere etwas modifizierte Methode besteht in zweimaligem Auftragen der Lösung bei jeder Behandlung und zweimaligem 4-minütigem Eintrocknenlassen.

minütigem Eintrocknen spült das Kind aus und bekommt die Weisung, sich innerhalb der nächsten 24 Stunden die Zähne nicht zu putzen und den Genuß von Obst und das Kauen harter Speisen zu vermeiden.

Diese Applikation - mit Ausnahme der Zahnreinigung, die jeweils nur vor der ersten Fluoridierung durchgeführt wird - erfolgt im Ganzen 4 Mal in Abständen von je einer Woche.

Abb. 4

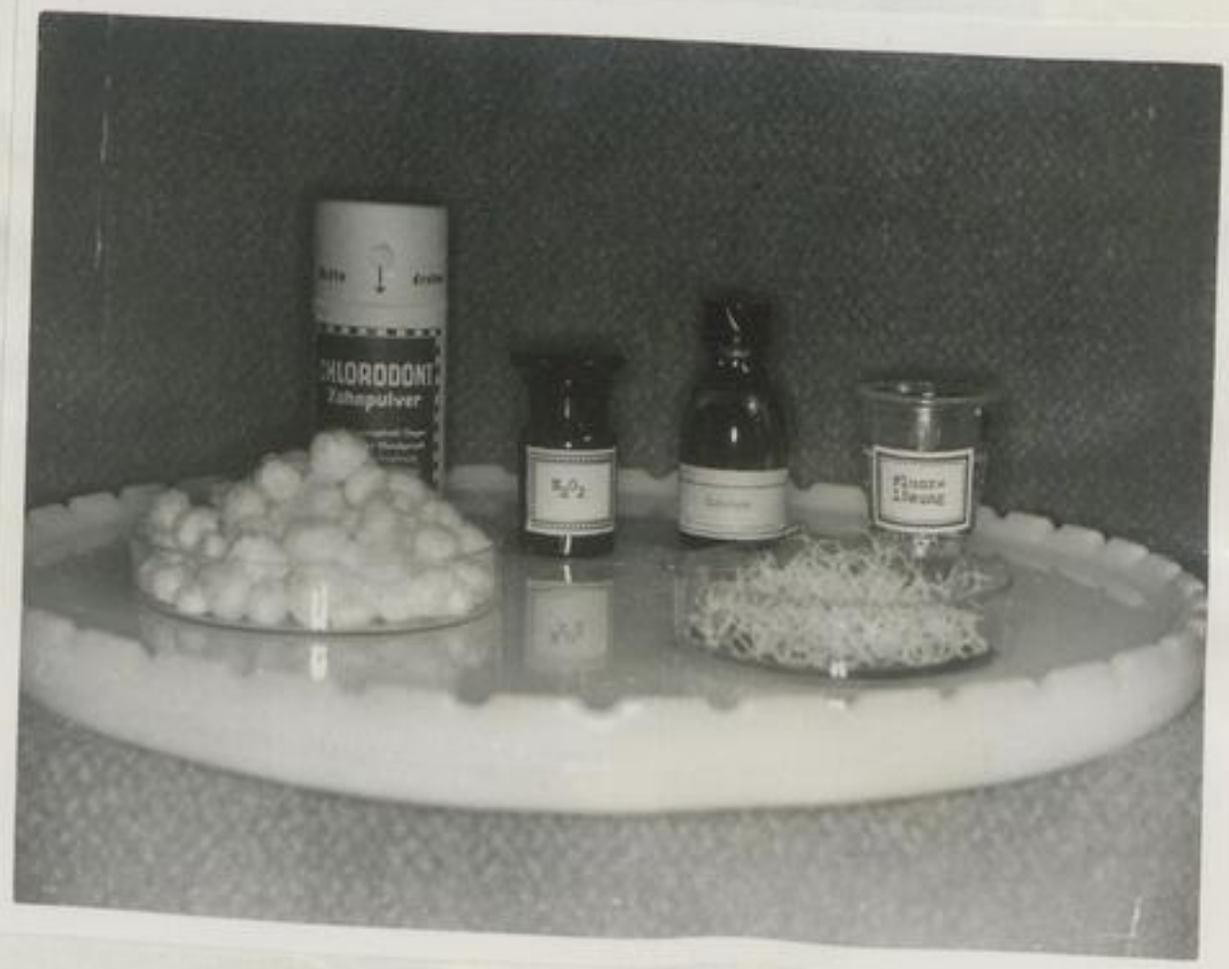


Abb. 5

Abb. 4 und Abb. 5: Rüstzeug für die Fluoridierung

Abb. 6
Zahnreinigung mit Radbürstchen und Schlämmkreide

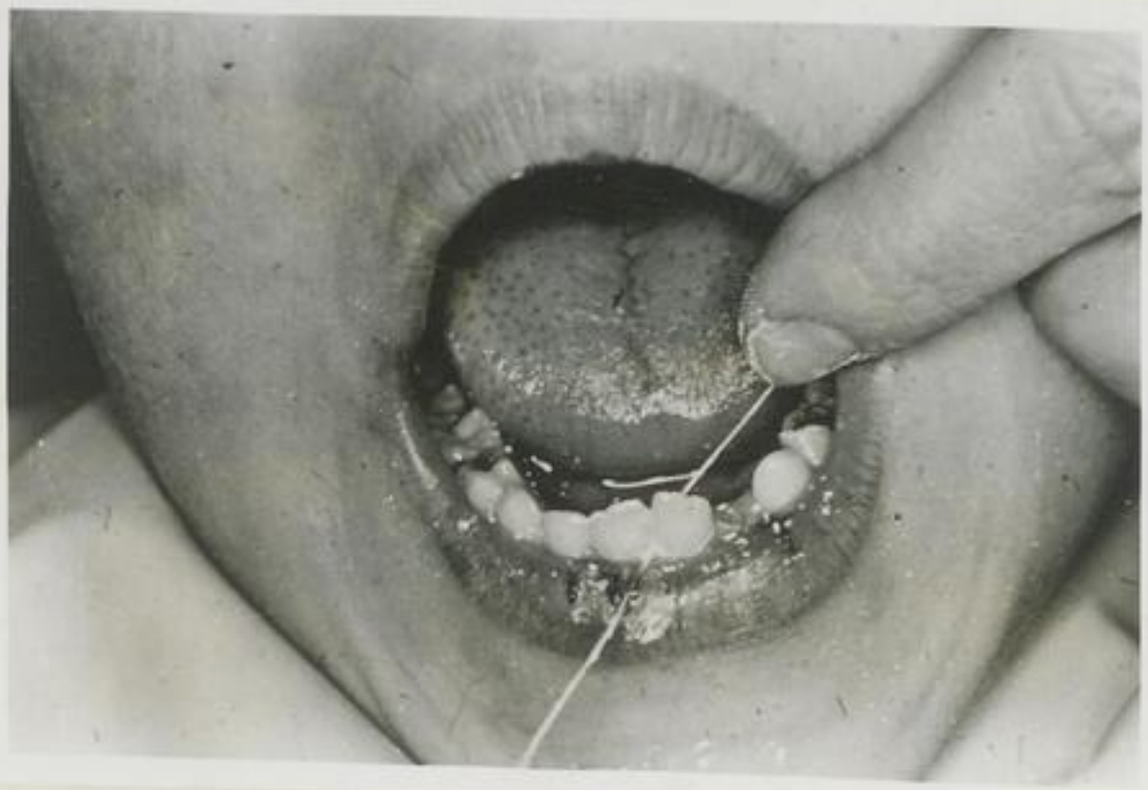


Abb. 7
Reinigung der Interdentalräume mit Hilfe eines Seidenfadens

Abb. 8
Aufbringen der Fluorlösung auf den Zahnschmelz

Ein Teil der Kinder wurde nach dem "Quadrantentest" fluoriert, d.h. nur der linke Oberkiefer erhielt eine Fluorapplikation, während die 3 unbehandelten Gebißquadranten, insonderheit die rechte Oberkieferhälfte, als Kontrolle dienten.

Eine weitere Gruppe von Kindern touchierten wir unilateral, d.h. wir imprägnierten nur den linken Ober- und Unterkiefer, während die rechte Gebißhälfte zum Vergleich herangezogen wurde.

Bei dem Großteil der Kinder aber fluorierten wir das gesamte Gebiß. Um auch hier die für eine Bewertung des erzielten kariesprotektiven Erfolges notwendige Vergleichsmöglichkeit zu schaffen, wurde eine gleichgroße, altersmäßig analog zusammengesetzte Gruppe unbehandelt bleibender Kinder in gleichen Zeitabständen untersucht und karteimäßig in der selben Art erfaßt.

Die Einwilligung der Eltern zu der prophylaktischen Behandlung war in jedem einzelnen Falle vorher eingeholt worden. (Abb. 9)

Jugendzahnklinik
der Stadt und des Bezirkes Halle
Halle (Saale)
Gr. Steinstraße 19

Halle (S.), den .....

An die Eltern .....

Ihr Kind wird einer vorbeugenden Behandlung gegen Zahnfäule unterzogen. Diese Behandlung ist völlig schmerzlos. Erforderlich ist, daß die vorgeschriebenen Behandlungssitzungen eingehalten werden (etwa 4 × innerhalb 4 Wochen). Auch die Bestellzeiten zur Nachkontrolle müssen eingehalten werden.

Sie werden deshalb gebeten, für pünktliches und regelmäßiges Erscheinen Ihres Kindes Sorge zu tragen.

Erste Behandlung: .....
Nächste Behandlung: .....
Nächste Behandlung: .....
Nächste Behandlung: .....

.....
Unterschrift der Eltern

.....
Unterschrift des Arztes

Abb. 9

Vor Beginn der prophylaktischen Behandlung wurde für jedes Kind - das gilt auch für die unbehandelt bleibenden Kontrollen - folgendes Karteiblatt ausgefüllt:

Jugendzahnklinik
der Stadt und des Bezirkes Halle
Halle (Saale)
Große Steinstraße 19

Formblatt

II

Name: Hochheim, Almut
Geburtstag: 8. 12. 1942
Wohnung: Zeppelinstr. 2
Schule: Schiller

Zeichenerklärung für das Zahnschema:

schwarz	= Zähne ohne jeden Befund
rot	= kariöse Zähne
blau	= Füllungen
grün	= im Durchbruch stehende Zähne
X	= zu extrahierende Zähne
O	= extrahierte Zähne
●	= noch nicht durchgebrochene Zähne
H	= Hypoplasien
A	= Anomalien

I. Behandlungsjahr

6 V IV III 2 1 | 1 2 III - IV 6
6 V IV - 2 1 | 1 2 3 IV V 6

A Deckbiß

1. Sitzung am: 7. II. 1950 Fluoriert wurde mit: NaF
2. Sitzung am: 14. II. 1950 Fluoriert wurde mit: NaF
3. Sitzung am: 21. II. 1950 Fluoriert wurde mit: NaF
4. Sitzung am: 28. II. 1950 Fluoriert wurde mit: NaF

II. Behandlungsjahr

1. Sitzung am: Fluoriert wurde mit:
2. Sitzung am: Fluoriert wurde mit:
3. Sitzung am: Fluoriert wurde mit:
4. Sitzung am: Fluoriert wurde mit:

Abb. 10

Außer den Personalien wurde darin der Zeitpunkt und die Art der Behandlung vermerkt und in einem Zahnschema der jeweilige genaue Zahnstatus aufgenommen. Kariöse, gefüllte und im Durchbruch befindliche Zähne wurden mit verschiedenen Farbstiften gekennzeichnet. Entsprechende Eintragungen erfolgten über fehlende Zähne, Verfärbungen, Hypoplasien usw. Auch kieferorthopädische Befunde wurden registriert und alle Notierungen in den jährlichen Kontrolluntersuchungen nachgeprüft.

Die Untersuchungen führte ich mit wenigen Ausnahmen selbst durch, um die Einheitlichkeit der Befunderhebung zu sichern. Das ist für vergleichende Studien wie die vorliegende unerläßlich, da in diesem Falle leichte subjektive Abweichungen immer den gleichen relativen Wert haben. Von welchem Stadium an man eine geringfügige Läsion als kariös bucht, bleibt ja letzten Endes eine Ermessensfrage.

Ich untersuchte mit Zahnspiegel und feiner Sonde bei gutem natürlichem Licht und legte bei der Feststellung von kariösen Defekten einen sehr strengen Maßstab an. Selbst kleinste, eben erst punktförmige Läsionen von der Größe einer Sondenspitze wurden verzeichnet, sofern sie bereits sondierbar waren. Jeder kariöse, gefüllte oder extrahierte Zahn zählte als Einheit. Aus kieferorthopädischen Gründen entfernte oder durch Sportverletzungen verloren gegangene Zähne wurden nicht in die Berechnung einbezogen. Einen zugleich gefüllten und wieder kariös gewordenen Zahn werteten wir nur einmal.

Wir fluorierten ausschließlich Kinder Hallenser Grundschulen, die zu Beginn der Prophylaxe im 7., 9., 11. und 13. Lebensjahre standen. Voraussetzung jeder Behandlung war, daß das Gebiß entweder primär gesund oder aber saniert war, d.h. zum Zeitpunkt der Fluortouchierung keine unbehandelten kariösen Defekte aufwies.

Von vornherein waren wir bemüht, die Zahl der zu fluorierenden Kinder so hoch zu fassen, wie dies im Rahmen unserer Jugendzahnklinik durchführbar war, um durch eine möglichst große Untersuchungsbreite die Verläßlichkeit unserer Befunde zu gewährleisten.

Im Hinblick darauf arbeiteten wir im Zeitraum von 1950 - 56 mit einem Behandlungsgut von mehr als 3 000 Kindern im Alter von 6-16 Jahren.

Da Vergleichs- und Testkinder zu den späteren Kontrollterminen in wahlloser Aufeinanderfolge erschienen und in etwa gleicher Anzahl vorhanden waren, wußte ich nie, ob es sich bei der betreffenden Überprüfung um einen Test- oder Kontrollfall handelte. Es half dies mit, jede noch so unbeabsichtigte Beeinflussung auszuschließen.

Im Laufe der 6 Berichtsjahre gingen die Kinder dann teils auf Oberschulen, teils auf Fach- und Berufsschulen über, blieben aber vorwiegend unter unserer ununterbrochenen jugendzahnärztlichen Überwachung.

Um eine normale und natürliche Entwicklung zu sehen, muß das Untersuchungsmaterial auslesefrei sein. Diese Bedingung ist in der jugendzahnärztlichen Arbeit erfüllt. Dem Jugendzahnarzt stehen sämtliche Kinder vom 6. - 18. Lebensjahr ausnahmslos für seine Beobachtungen zur Verfügung, er kontrolliert eine kleine Zone der g e s a m t e n Bevölkerung. Dem Zahnarzt in der Praxis dagegen kommt nur eine n e g a t i v e A u s l e s e zu Gesicht.

Ein auslesefreies Behandlungs- und Untersuchungsgut aber mußte in unserem Falle von umso weittragender Bedeutung sein, als von ihm die Beurteilung des sozialhygienischen Effektes abhing, den man von einer zukünftigen zweckvollen Kariesprophylaxe durch Fluor würde erwarten können.

Unsere nach Knutson modifizierte Touchierungstechnik

Die Standard-Methode von K n u t s o n wurde in mancherlei Weise abgewandelt.

So nahm B e r g m a n n (Gothenburg) (40) Cofferdam zur Trockenlegung der Zahnreihen, hatte damit wohl anerkennenswerte Erfolge (60 % Reduktion nach 1 Jahr, 50 % nach 2 Jahren, 40 % nach 3 Jahren), engte aber durch die sehr zeitraubende Art einer derartigen Behandlung den Kreis der zu fluorierenden Kinder stark ein.

S c h m i t z (Köln) (41) vereinfachte den Modus sehr, indem er auf jede vorausgehende Zahnreinigung verzichtete und sich auf die Touchierung der Sechsjahrmolaren beschränkte. Die Resultate waren weniger befriedigend, mit 33,9 % Reduktion nach 1 1/2 Jahren. Wir selbst erzielten bei den 1. bleibenden Molaren eine Kariesminderung von 44,5 % nach 1 Jahr.

K r u s i c (Ljubljana) (42) ließ auf Watterollen beißen, die mit Fluoridlösung getränkt waren. Hier besteht die Gefahr einer Zahnfleischreizung durch die F-Lösung sowie die Möglichkeit einer Speichelbenetzung des Schmelzes und eine daraus resultierende Beeinträchtigung der kariesprotektiven Wirkung, die sich in geringeren Reduktionswerten ausdrückt. K r u s i c buchte nach 3 Jahren eine Erhöhung der Kariesresistenz von nur 12 - 17 %.

Wir selbst entschlossen uns, bei der Knutsonschen Methode zu bleiben und sie nur dahingehend abzuwandeln, daß wir unmittelbar nach dem Eintrocknen der Fluorlösung die Berieselung der Zahnreihen wiederholten, also bei gleichem Arbeitsaufwand die Imprägnierungszeit verdoppelten. In keinem unserer Fälle wurden Schleimhautreizungen beobachtet, die auf die Zahnschutzhärtung zurückzuführen gewesen wären.

Ferner unterschieden wir uns darin von der anfänglichen Knutsonschen Methode, daß wir statt des Bimssteinpulvers Schlämmkreide zur Zahnreinigung verwandten, um Schmelzschädigungen auszuschliessen.

Eine andere wesentliche, von uns vorgenommene Modifikation der Knutsonschen Technik bestand in der Verkürzung des Intervalls zwischen den einzelnen Touchierungsserien auf 2 Jahre gegenüber 3 bei der amerikanischen Methode. Besonders bei den Natriumfluoridimprägnierungen erwies sich dies als notwendig, da bereits nach 24 Monaten ein deutliches Nachlassen des kariostatischen Effektes erkennbar wurde. (Baume 43, 44)

Halle (Saale), den .....

Willst Du Dich bitte am

.....

pünktlich um ..... Uhr zur Kontrolluntersuchung einfinden.

Schulzahnärztin

Erzielte Ergebnisse

I. Quadrantentest

1950: Touchierung der linken Oberkieferhälfte mit 2 %igem Natriumfluorid (Ordinal, Nacofluorid)

Kontrolle: unbehandelte Gebißquadranten, bes. rechte Oberkieferhälfte.

1951: 1. Auswertung

250 Kinder unserer 1950 nach dem Quadrantentest fluorierten Gruppe, bei denen jeweils die linke Oberkieferhälfte imprägniert worden war, wurden 12 Monate später einer vergleichenden Untersuchung unterzogen. Sie setzten sich zusammen aus

65	7	jährigen	Kindern	Geburtsjahrgang	1942/43
30	9	"	"	"	1940/41
135	11	"	"	"	1937/38
20	13	"	"	"	1936/37

Touchiert wurden in dieser Gruppe 955 bleibende Zähne des Testquadranten. Davon erkrankten in den darauffolgenden 12 Monaten neu an Karies 13 Zähne = 1,36 %, während in den 3 unbehandelten Gebißhälften mit zusammen 2831 bleibenden Zähnen 62 kariöse Neuerkrankungen auftraten.

Das bedeutet für den Testquadranten eine Reduktion des Karieszuwachses nach 1 Jahr von 37,96 %.

Die einzelnen Kontrollquadranten untereinander lassen einige interessante Abweichungen erkennen. Der linke Unterkiefer weist ein etwas günstigeres Bild auf als die beiden Quadranten der rechten Seite. Sicher spricht hierbei die Tatsache mit, daß mit einem verminderten Kariesbefall in der einen Kieferhälfte meist ein ebensolcher im kontralateralen Quadranten einhergeht. Außerdem dürfte

aber in unserem Falle das Wegspülen der Fluoridlösung durch den Speichel verantwortlich sein und gewiß auch ein gelegentliches unbeabsichtigtes Benetzen der linken Unterkieferhälfte bei der Fluorpinselung, wodurch der linke Unterkiefer gleichermaßen in den Genuß einer, wenn auch abgeschwächten, Fluorbehandlung kam. Der

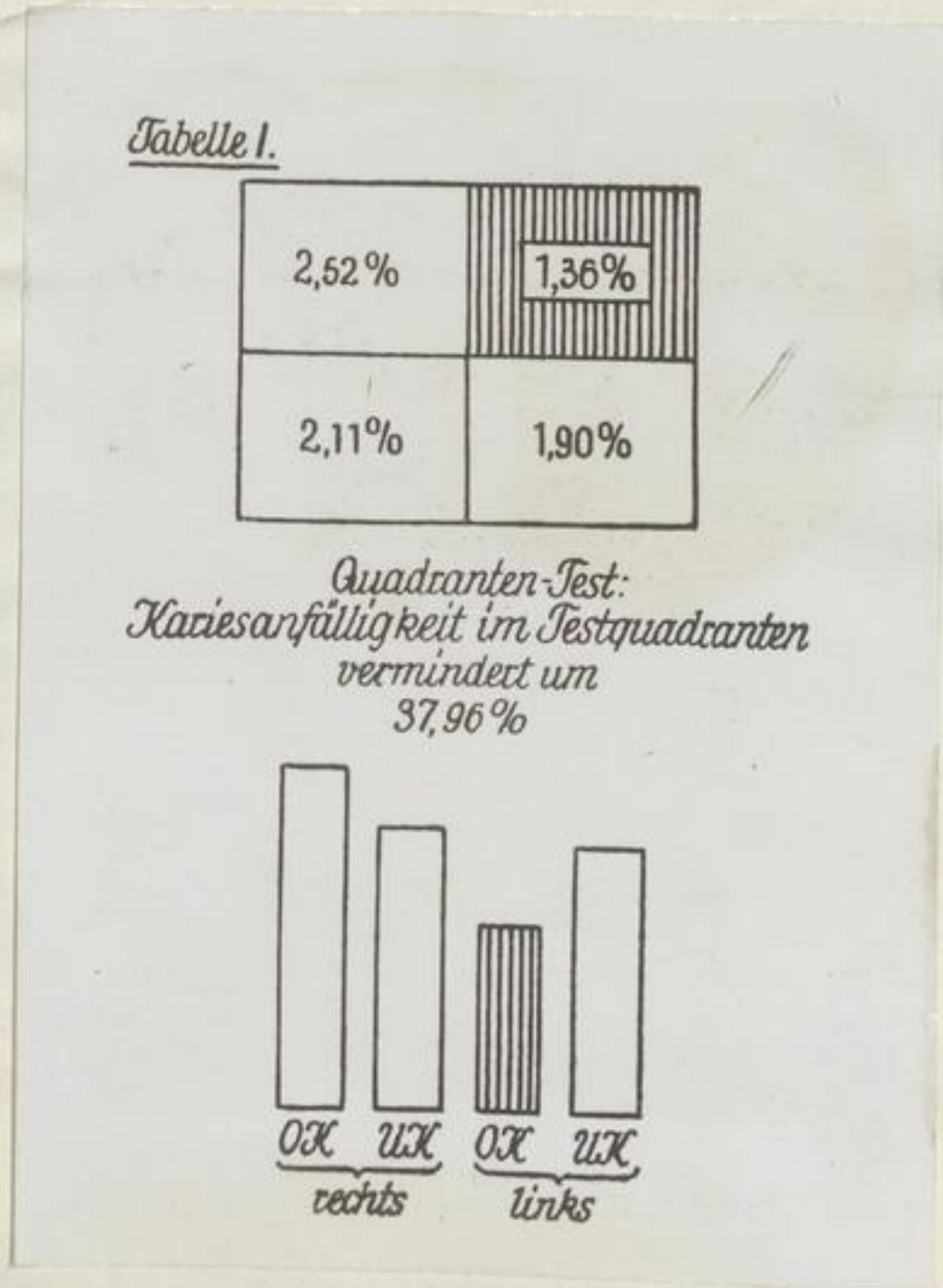


Abb. 11

rechte Unterkiefer zeigte den bekannten besseren Befund im Vergleich zum Oberkiefer, da die Zähne des Unterkiefers ausgiebiger vom Speichel umflossen werden, dadurch einer verstärkten natürlichen Reinigung unterliegen und allgemein kariesresistenter sind. Doch scheint es gewagt, aus den geringen Unterschieden der Kontrollquadranten untereinander weitergehende Schlüsse zu ziehen. Bemerkenswert ist aber vielleicht, daß die Karieszahl der beiden unbehandelten rechten Kieferquadranten mit 2,33 % eine Karieszunahme aufweisen, die mit der Karieszahl nichtfluorierter Kinder identisch war. (Abb. 11)

1952: 2. Touchierungsserie
2. Auswertung

Die Fluorapplikation wurde 1952 - 24 Monate nach der 1. prophylaktischen Behandlung - wiederholt und zu gleicher Zeit 243 Kinder dieses Testes neu überprüft. Es waren

60	Kinder	des	Geburtsjahrganges	1942/43
29	"	"	"	1940/41
132	"	"	"	1938/39
22	"	"	"	1936/37

Bei den 905 zur Zeit der 1. Fluoridierung vorhandenen bleibenden Zähnen des Testquadranten fanden sich nach Ablauf der beiden Berichtsjahre 28 neue kariöse Defekte = 3,09 %. In den unbehandelten Vergleichsquadranten mit zusammen 2847 bleibenden Zähnen erkrankten 105 = 3,68 % neu (Abb. 12).

Diese Gruppe hatte mit einer Verminderung der Kariesanfälligkeit um nur 16,04 % im 2. Jahre das am wenigsten günstige Teilergebnis unserer sämtlichen Reihenversuche überhaupt.

Es ist nicht recht erkennbar, worauf dieser geringe Touchierungseffekt beruht. Vermutlich ist die Anzahl der Zähne dieses Quadrantentestes doch zu klein, um von Zufälligkeiten unberührt zu bleiben. Untersuchungen derselben Gruppe ergaben in späteren Jahren wieder bessere Resultate.

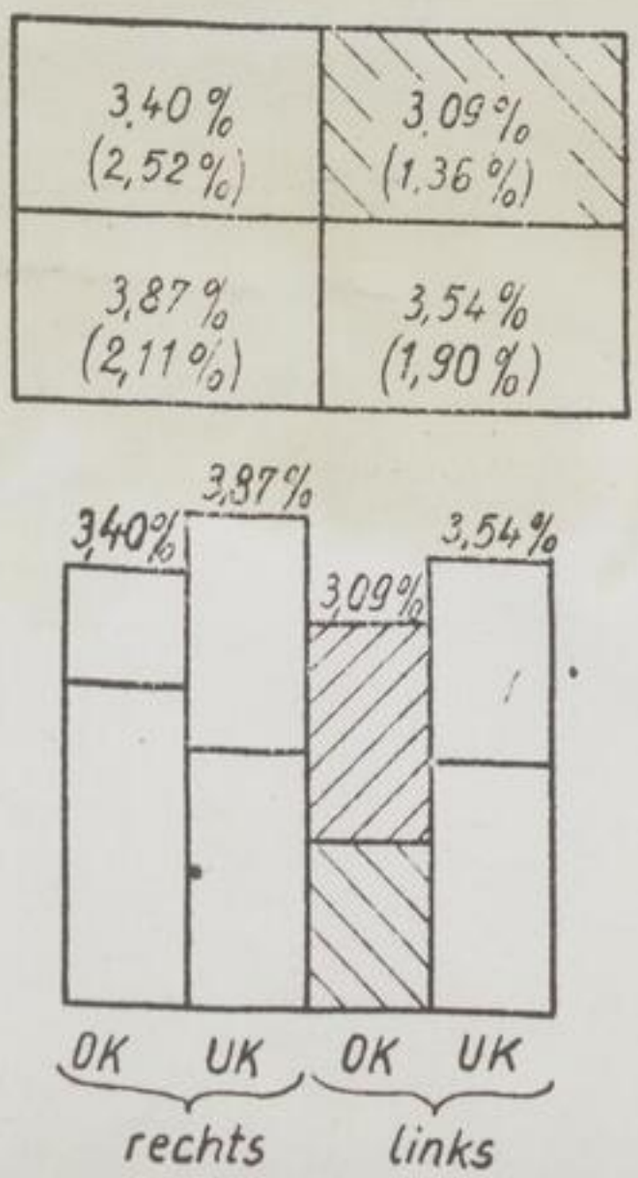


Abb. 12

1953: 3. Auswertung

In einer 3. Auswertung 1953 verwendeten wir die Befunde von 156 Kindern;

13	Kindern	des	Geburtsjahrganges	1937
67	"	"	"	1938/39
20	"	"	"	1940/41
56	"	"	"	1942/43

Die Ergebnisse sind aus folgender Tabelle ersichtlich:

	Anzahl der bleibenden Zähne	Kariöse Neuerkrankungen im letzten Jahr	Karieszahl auf 100 bleibende Zähne
Testquadrant	784	37	4,72 %
Kontrollquadrant	2407	158	6,56 %

Die Reduktion des Karieszuwachses im Testquadranten betrug 28,03 %.

Der Reduktionswert für die Neuerkrankungen im Testquadranten war im Jahre nach der 2. Applikation wieder deutlich angestiegen (Abb. 13).

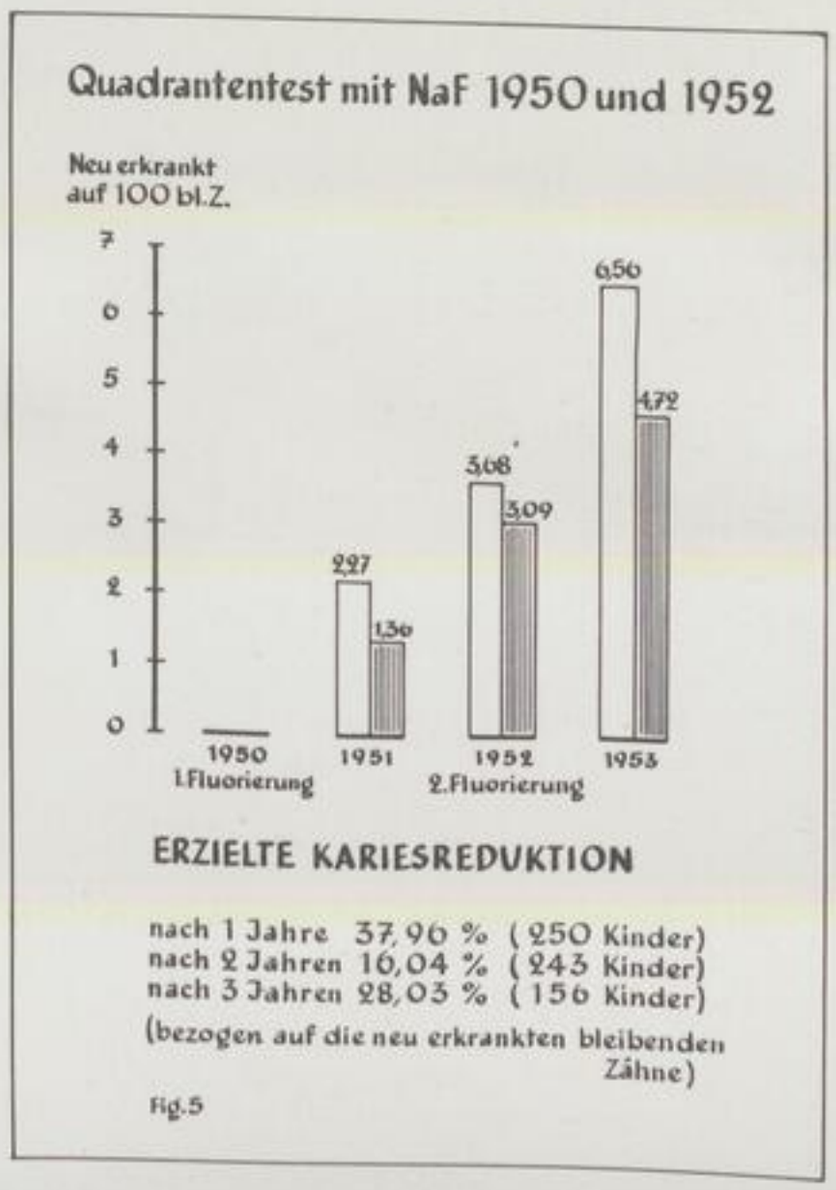


Abb. 13

1954: 3. Touchierung

1955: 4. Auswertung

Von dieser 1950 nach dem Quadrantentest fluorierten Gruppe konnten wir 1955 noch auf 152 Probanden zurückgreifen, bei denen lückenlose Untersuchungsbefunde durch alle 5 Jahre hindurch vorlagen und bei denen jeweils nach 2 Jahren (1952 und 1954) eine Wiederholung der Imprägnierung vorgenommen wurde. Es handelte sich dabei um Grundschüler, die im Laufe der Berichtszeit großenteils auf Ober-, Berufs- und Fachschulen übergingen und die, zu Beginn der Behandlung 7-13 Jahre alt, inzwischen 12-18 Jahre alt geworden waren.

Zur Auswertung kamen die Befunde von

3	Schülern	des	Geburtsjahrganges	1936
12	"	"	"	1937
44	"	"	"	1938
68	"	"	"	1939
6	"	"	"	1940
3	"	"	"	1941
1	"	"	"	1942
15	"	"	"	1943

Die umstehende Tabelle vermerkt für diese Gruppe auf Grund der in jedem Jahre verzeichneten Zahnstaten in absoluten Zahlen die in den 5 Berichtsjahren aufgetretenen kariösen Neuerkrankungen und die jährliche Verminderung des Kariesneuzuwachses im Testquadranten, bezogen auf die rechte Oberkieferhälfte. Die Karieshäufigkeit im touchierten Quadranten liegt deutlich unterhalb der der nichtfluorierten rechten oberen Kieferhälfte. (Abb. 15 und Tab. 3)

Die Hemmung des jährlichen Karieszuwachses im Testquadranten, verglichen mit dem unbehandelten Kontrollquadranten, betrug 1 Jahr nach der Fluorierung 36,37 %. Am Ende des 2. Jahres war diese Reduktion auf 20,0 % abgesunken. Sie stieg aber nach der zu diesem Zeitpunkt verabfolgten 2. Applikationsserie wieder an und betrug nach Ablauf des 3. Beobachtungsjahres 38,46 %. Im 4. Jahre fiel sie von neuem ab und zwar auf 22,23 %, um dann,

nach der zu dieser Zeit gegebenen 3. Imprägnierung, am Ende des 5. Berichtsjahres 28,57 % zu erreichen.

Die protektive Wirkung der Touchierung nahm also in jedem 2. Jahre nach der Applikation merkbar ab. Dies mag sich daraus erklären, daß die NaF-Fluorierung nur auf die alleräußerste Schmelzschicht einwirkt. Nach K n a p p w o s t (45) unterliegt diese aber dem immerwährenden Wechselspiel von Kariesangriff (Auflösung) und Apatitniederschlag (Aufbau), wobei, wenn auch langsamer, das durch die Imprägnierung gebildete Fluorapatit wieder in Lösung geht.

So gesehen erscheint das Nachlassen der Schutzwirkung verständlich und normal und die Wiederholung der Applikationen nach 2 Jahren als eine notwendige Maßnahme.

Abb. 14 zeigt die EKF-Zähne im behandelten und unbehandelten Quadranten des Oberkiefers in absoluten Zahlen durch alle 5 Jahre.

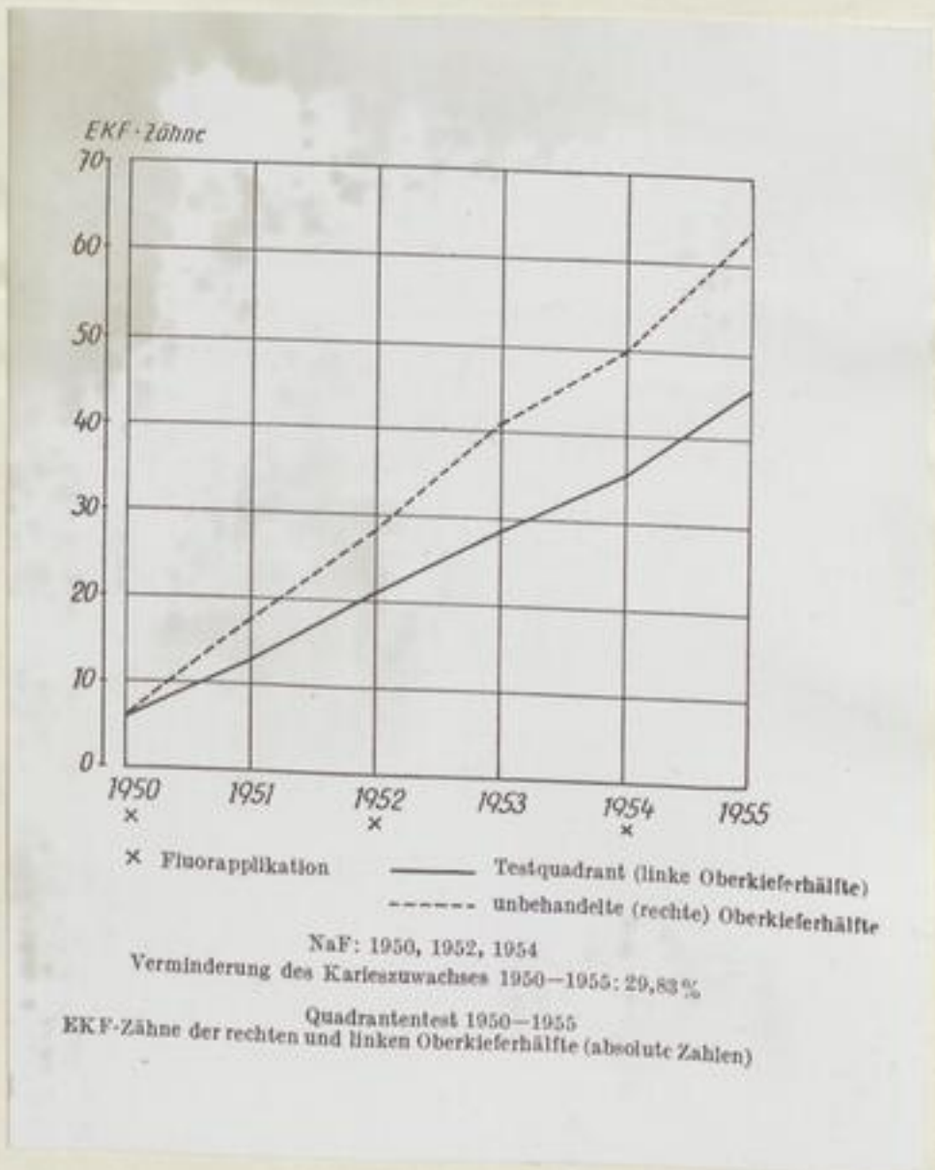


Abb. 14

EKF-Zähne = extrahierte, kariöse, gefüllte Zähne = DMF-Zähne

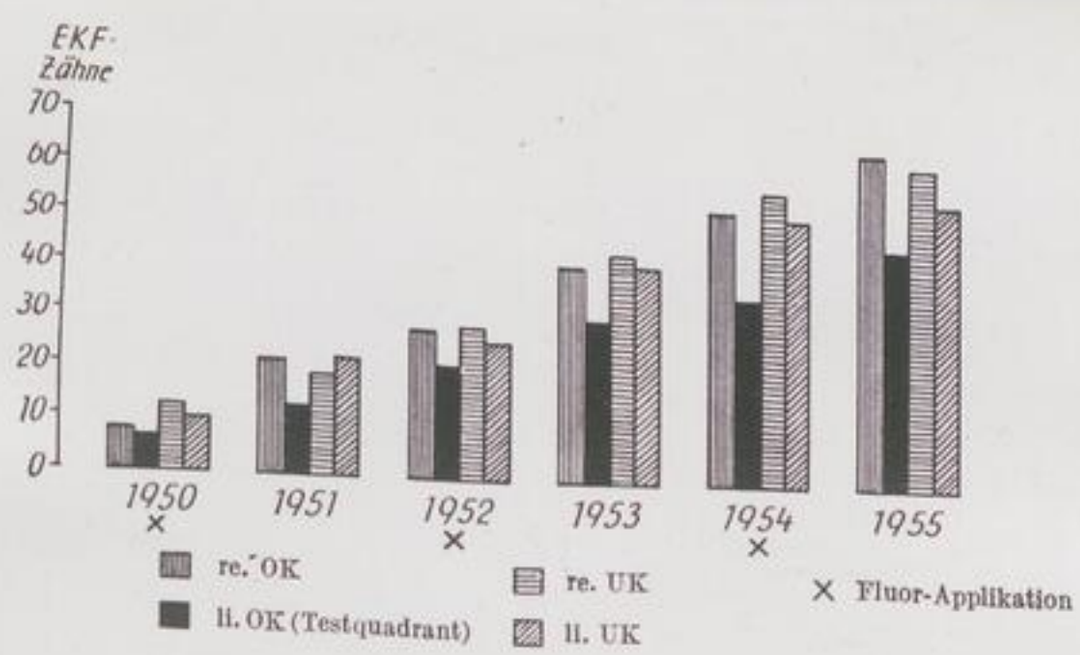
Tab. 3
Abb. 15

Kariöse Zähne (absolute Zahlen) in den 4 Mundquadranten sowie Kariesverminderung im linken Oberkiefer (Testquadrant) im Vergleich zum rechten Oberkiefer (unbehandelter Kontrollquadrant):

	r.OK.	Testqu.	r.UK.	l.UK.	Jährliche Verminderung des Karieszuwachses auf die beiden Oberkieferhälften bezogen
1950	7	6	12	10	—
1951	18	13	19	22	36,37 %
1952	28	21	29	26	20,00 %
1953	41	29	43	41	38,46 %
1954	50	36	57	52	22,23 %
1955	64	46	62	55	28,57 %

Tab. 3

Graphische Darstellung:



Quadrantentest 1950—1955
EKF-Zähne der einzelnen Quadranten (absolute Zahlen)

Abb. 15

1956: 5. Auswertung

Im Jahre 1956 war diese Gruppe durch Schulabgänge so weit zusammengeschmolzen, daß sie für eine zuverlässige Auswertung nicht mehr ausreichend gewesen wäre. Wir milderten daher die Bedingungen für die Aufnahme in die Berechnung, indem wir auf das regelmäßige Erschienensein zu sämtlichen Kontrolluntersuchungen verzichteten und nur auf die termingerechte Wiederholung der Touchierungen 1952 und 1954 Wert legten.

Wir erhielten so eine Gruppe von 323 Schülern nachstehender Jahrgänge:

3	Kinder	Geburtsjahrgang	1936
25	"	"	1937
69	"	"	1938
98	"	"	1939
16	"	"	1940
21	"	"	1941
28	"	"	1942
63	"	"	1943

Ließ sich das Kariesgeschehen bei dieser Gruppe auch nicht mit der gleichen Genauigkeit durch alle Berichtsjahre zurückverfolgen, so überzeugt doch auch hier die eindeutig feststellbare Kariesverminderung im Testquadranten nach Ablauf einer 6 jährigen kariesprotektiven Behandlung.

	kariöse Neuerkrankungen	Reduktion
linker (touchierter) Oberkieferquadrant:	254	30,69 %
rechter (unbehandelter) Oberkieferquadrant:	365	—

Den 365 Neuerkrankungen im rechten unbehandelten Oberkiefer stehen nur 254 im fluorierten linken gegenüber, was einer - nur auf die beiden Oberkieferhälften bezogenen - Reduktion von 30,69 % entspricht.

Überblicken wir die 6 jährige Berichtszeit unseres Quadrantentestes, so ergibt sich ein Rückgang an kariösen Neuerkrankungen

in	der	1-Jahr-Periode	1950-1951	von	36,37 %
"	"	2-Jahr-Periode	1950-1952	"	28,67 %
"	"	3-Jahr-Periode	1950-1953	"	35,30 %
"	"	4-Jahr-Periode	1950-1954	"	30,24 %
"	"	5-Jahr-Periode	1950-1955	"	29,83 %
"	"	6-Jahr-Periode	1950-1956	"	30,69 %

Diese Befunde für den Quadrantentest stehen im Einklang mit den Ergebnissen großer Fluorstatistiken anderer Länder und können ihnen zwanglos eingeordnet werden. (Vergl. die Reihenversuche von Armstrong und Feldmann, Galagan, Klingenberg, Bibby, Knutson, Syrrist.) (Abb. 16) (46)

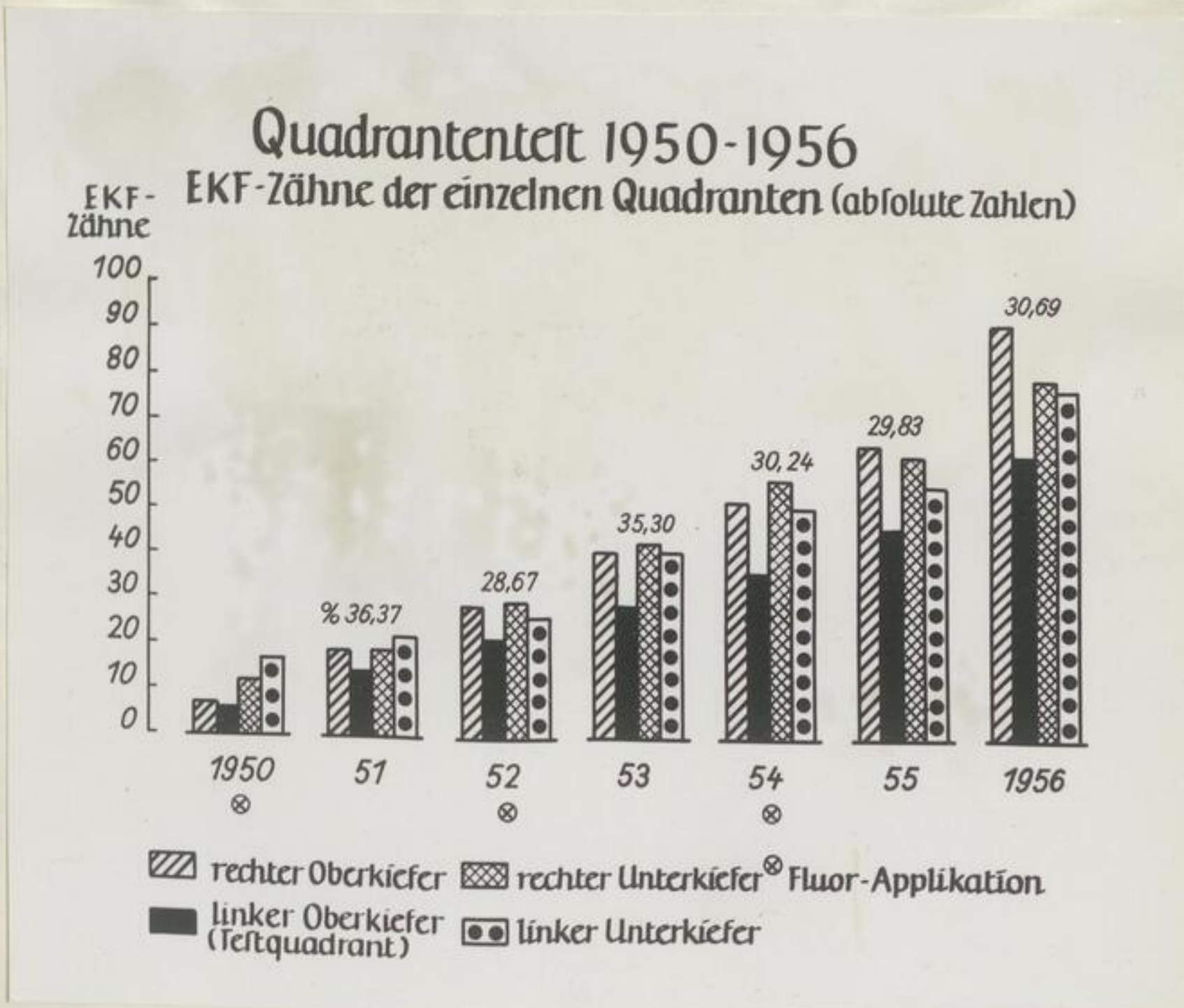


Abb. 16

II. Unilaterale Fluorierung

1950: Touchierung des linken Ober- und Unterkiefers mit 2 %igem Natriumfluorid (Ordinal, Nacofluorid)

Kontrolle: rechter Ober- und Unterkiefer

1951: 1. Auswertung

Aus unserer 2. Gruppe, die 1950 unilateral imprägniert, d.h. deren linker Ober- und Unterkiefer behandelt wurde, während die rechte Gebißhälfte unbehandelt blieb und als Kontrolle diente, nahmen wir ebenfalls eine Auswertung der Befunde vor. Diese Gruppe umfaßte 186 Kinder:

3	Kinder	des	Geburtsjahrganges	1936/37
72	"	"	"	1938/39
73	"	"	"	1940/41
38	"	"	"	1942/43

Das Kariesgeschehen im ersten Jahre nach der Applikation veranschaulicht diese Tabelle:

	bleibende Zähne	neukariös	auf 100 Zähne bezogen
Fluorseite:	939	28	2,97 %
Kontrollseite:	937	45	4,80 %

Reduktion 38,13 %

Die Zahl der bei der Touchierung bereits durchgebrochenen Zähne des linken Gebißquadranten betrug 939, die der nichtfluorierten Gegenseite 937. Auf der imprägnierten Seite waren nach 1 Jahre 28 neue kariöse Defekte entstanden (2,97 %), auf der Vergleichsseite 45 neue Kariesfälle (4,80 %) (Abb. 17).

Dies entspricht einem Absinken im behandelten Gebiet von 38,13 %.

Die Kariesfrequenz der unfluorierten Quadranten gleicht mit 4,80 % etwa dem Kariesbefall völlig unbehandelter Kinder dieser Altersstufen.

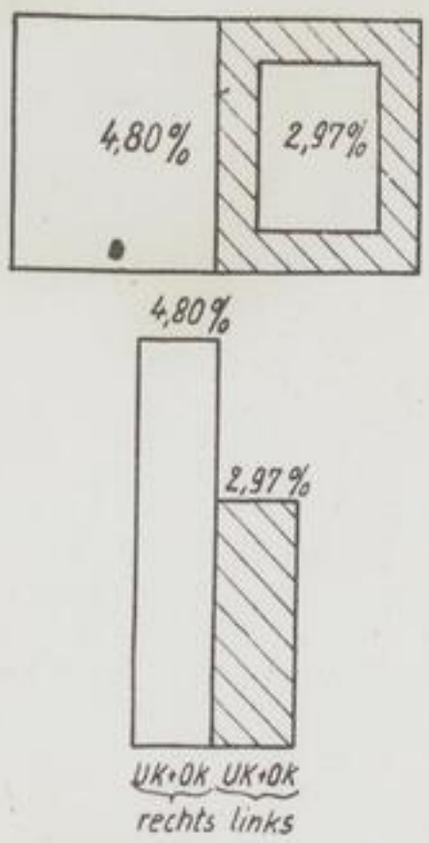


Abbildung 4

Unilaterale Fluorierung:
Kariesanfälligkeit nach 1 Jahr
vermindert um 38,13 %
rechts links

Abb. 17

1952: 2. Touchierung

2. Auswertung

Diese Auswertung umfaßte 111 Kinder:

1	Kind	des Geburtsjahrganges		1939
22	Kinder	"	"	1941
26	"	"	"	1942
13	"	"	"	1943
49	"	"	"	1944/45

Ergebnis:

	bleibende Zähne	neukariös	auf 100 Zähne bezogen
Fluorseite:	724	37	5,11 %
Kontrollseite:	710	50	7,06 %

|| Reduktion 27,58 %

1953: 3. Auswertung

Anzahl der Kinder: 81

46	Kinder	des	Geburtsjahrganges	1941
28	"	"	"	1942
4	"	"	"	1943
3	"	"	"	1944

	bleibende Zähne	neukariös	auf 100 Zähne bezogen
Fluorseite:	636	28	4,40 %
Kontrollseite:	642	46	7,16 %

Reduktion 38,55 % (Abb. 18)

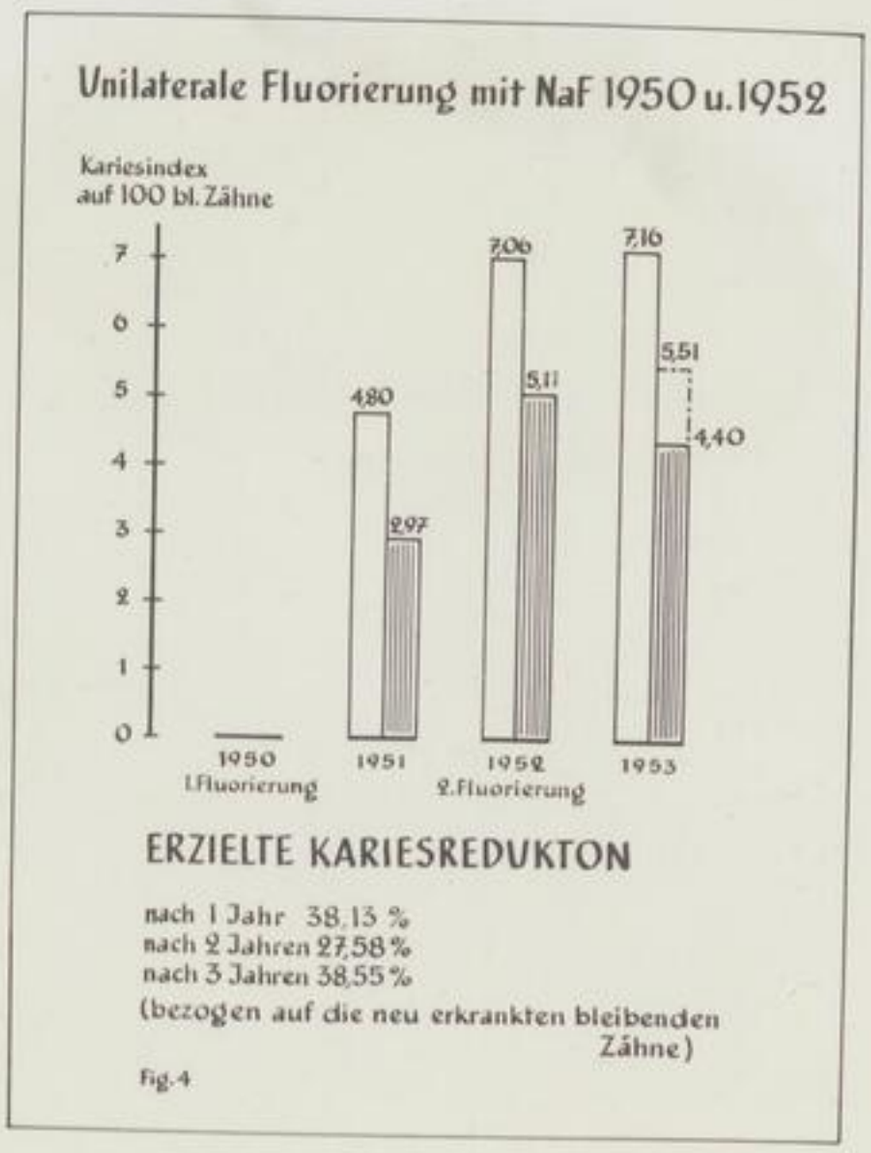


Abb. 18

1956: 4. Auswertung

Nachdem auch bei dem Großteil der unilateral fluorierten Gruppe die Applikationsserien 1952 und 1954 ordnungsgemäß wiederholt worden waren, faßten wir 1956 alle diejenigen Kinder, die pünktlich zu den Fluorbehandlungen erschienen waren, zu einer neuen Auswertung zusammen. Wir erhielten eine Gruppe von 673 Schülern und zwar 299 Mädchen und 374 Knaben:

Geburtsjahrgang	Mädchen	Knaben	insgesamt
1938	—	2	2
1939	1	5	6
1940	8	11	19
1941	84	78	162
1942	63	86	149
1943	55	87	142
1944	75	90	165
1945	13	15	28

Die Unterteilung in die beiden Geschlechter wurde durchgeführt, um festzustellen, ob Knaben und Mädchen verschieden auf die Fluoridtouchierung reagiert hatten.

Kariesprotektive Resultate der 6-Jahr-Periode 1950-1956 bei unilateraler Imprägnierung mit Fluor:

	Fluorseite		Kontrollseite		
Anzahl der Kinder	kariöse Zähne absolute Zahl	EKF-Zahl	kariöse Zähne absolute Zahl	EKF-Zahl	Reduktion auf der Fluorseite
Mädchen					
299	313	1,05	412	1,37	23,92 %
Knaben					
374	331	0,88	453	1,21	28,29 %
gesamt					
673	644	0,95	865	1,28	25,78 %

Die kariostatische Wirkung unilateraler Touchierung war nach 6 Jahren erkennbar an einer Reduktion des Kariesneubefalls von 25,78 % (Abb. 19).

Es ist beachtenswert, daß die Mädchen weniger günstig auf die Fluorbehandlung antworteten als die Jungen. Es läßt sich dies u.a. damit erklären, daß sie zahnentwicklungsmäßig den Knaben etwa um 1 Jahr voraus sind, daß die Umwandlung des auf die Zähne aufgetragenen NaF in das säureresistentere Calciumfluorid aber nachhaltiger und intensiver ist, solange sich der Zahnschmelz noch im posteruptiven Reifungszustand befindet. Je jünger der Zahn, desto stärker der kariesprotektive Effekt durch Einbau der F-Ionen in das Apatitgitter des Schmelzes. Je entwickelter und ausgereifter der Zahnschmelz, desto geringer der Kariesschutz der Touchierung.

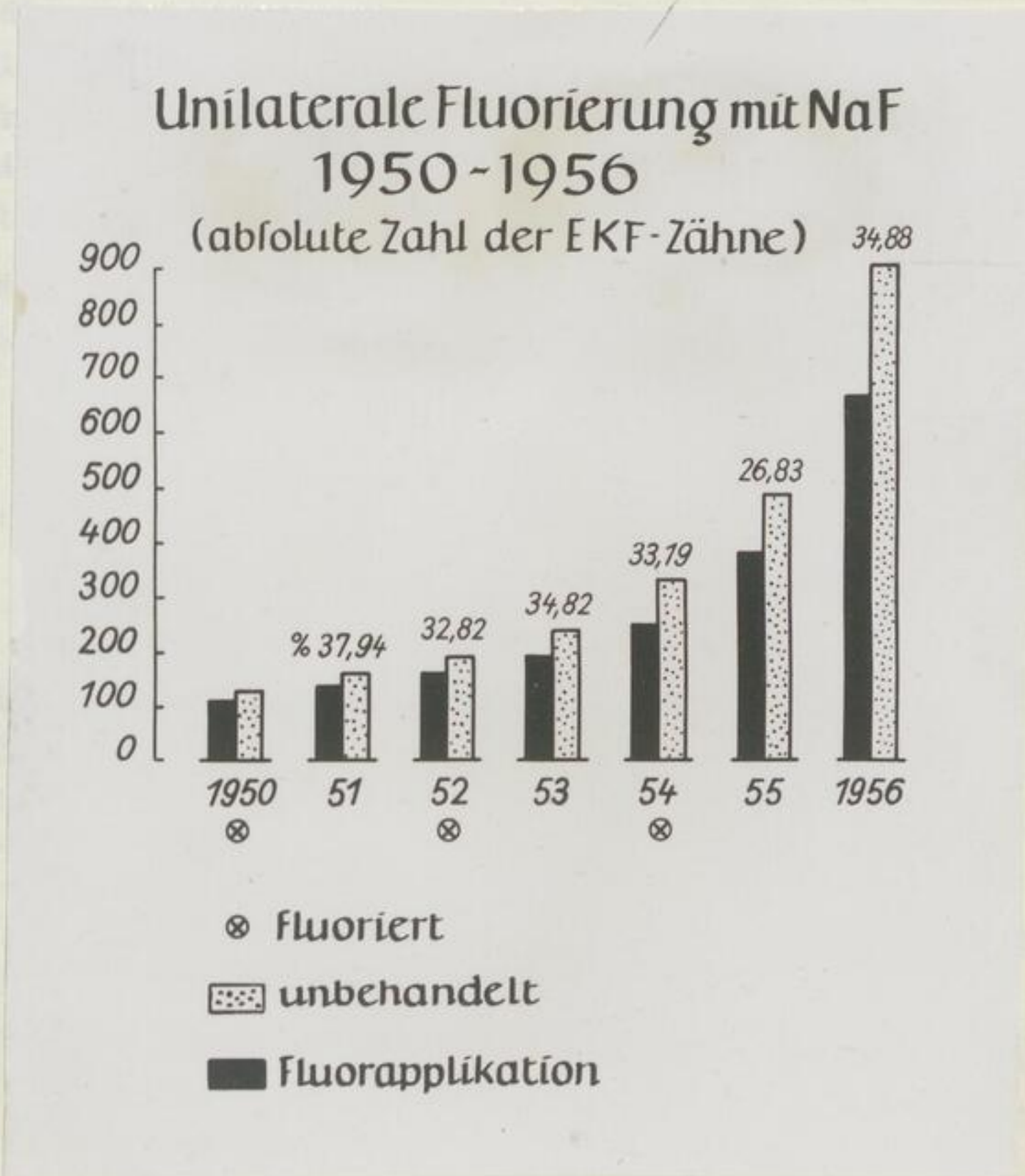


Abb. 19

III. Fluorierung des gesamten Gebisses

1950: Touchierung mit 2 %igem Natriumfluorid (Ordinal, Nacofluorid)

Kontrolle: eine gleichgroße gleichaltrige unbehandelte Gruppe

Unsere große Hauptgruppe bestand aus denjenigen Kindern, deren gesamtes Gebiß mit NaF imprägniert wurde, die also nicht nur eine Versuchsreihe darstellten, sondern eine durchgreifende kariesprophylaktische Behandlung erfuhren. Um auch für diese Probanden die erforderliche Vergleichsmöglichkeit zu haben, war es notwendig, gleichgroße Gruppen gleichaltriger Kinder mit gleichem sozialökonomischem Hintergrund in denselben Abständen wie die Testkinder zu untersuchen und die jeweiligen Zahnstaten auf Karteiblättern zu vermerken.

Aus der vollfluorierten Gruppe wurde alljährlich eine repräsentative Anzahl herausgegriffen, um die erzielte kariesprotektive Wirkung nachzuprüfen.

1951: 1. Auswertung

1951 - ein Jahr nach der 1. Touchierung - waren es 750 Kinder, die wir in die Berechnung einbezogen:

200	Kinder	des	Geburtsjahrganges	1942/43
200	"	"	"	1940/41
200	"	"	"	1938/39
150	"	"	"	1936/37

Zur Kontrolle verglichen wir sie mit 750 Kindern gleichgroßer entsprechender Altersgruppen.

In der Fluorgruppe wurden 11 176 bleibende Zähne mit Fluor beschickt. Davon erkrankten im 1. Jahre nach der Imprägnierung 171 Zähne, in der Vergleichsgruppe von 11 259 bleibenden Zähnen 278.

	bleibende Zähne	neukariös	EKF-Zahl
Fluorgruppe:	11 176	171	1,53
Vergleichsgruppe:	11 259	278	2,47

Reduktion für die Fluorgruppe 38,06 % (Abb. 20).

Abb. 20

In 3 verschiedenen Gruppen unserer Versuchsreihen hatten wir damit nach Ablauf des 1. Jahres ein übereinstimmendes Resultat erreicht:

Vollfluorierung	38,06 %	Reduktion nach 12 Monaten
Quadrantentest	37,96 %	" " " " "
Unilaterale Touchierung	38,13 %	" " " " "

Zur Ergänzung des Bildes sei nochmals hervorgehoben, daß die Karieszahlen der unbehandelten Gebißquadranten im Quadrantentest und der rechten Gebißhälfte der unilateral fluorierten Gruppe mit den Karieszahlen der nichtfluorierten Kontrollkinder identisch sind.

Punktförmige Kavitäten

Besondere Aufmerksamkeit verwendeten wir bei unserer vollfluorierten Gruppe auf die Feststellung der punktförmigen Kavitäten. Sie wurden gesondert bezeichnet und einer zusätzlichen Auswertung unterzogen. Es ergab sich daraus eine weitere durch die Fluorierung herbeigeführte Karieshemmung, die in den bisherigen Zahlen

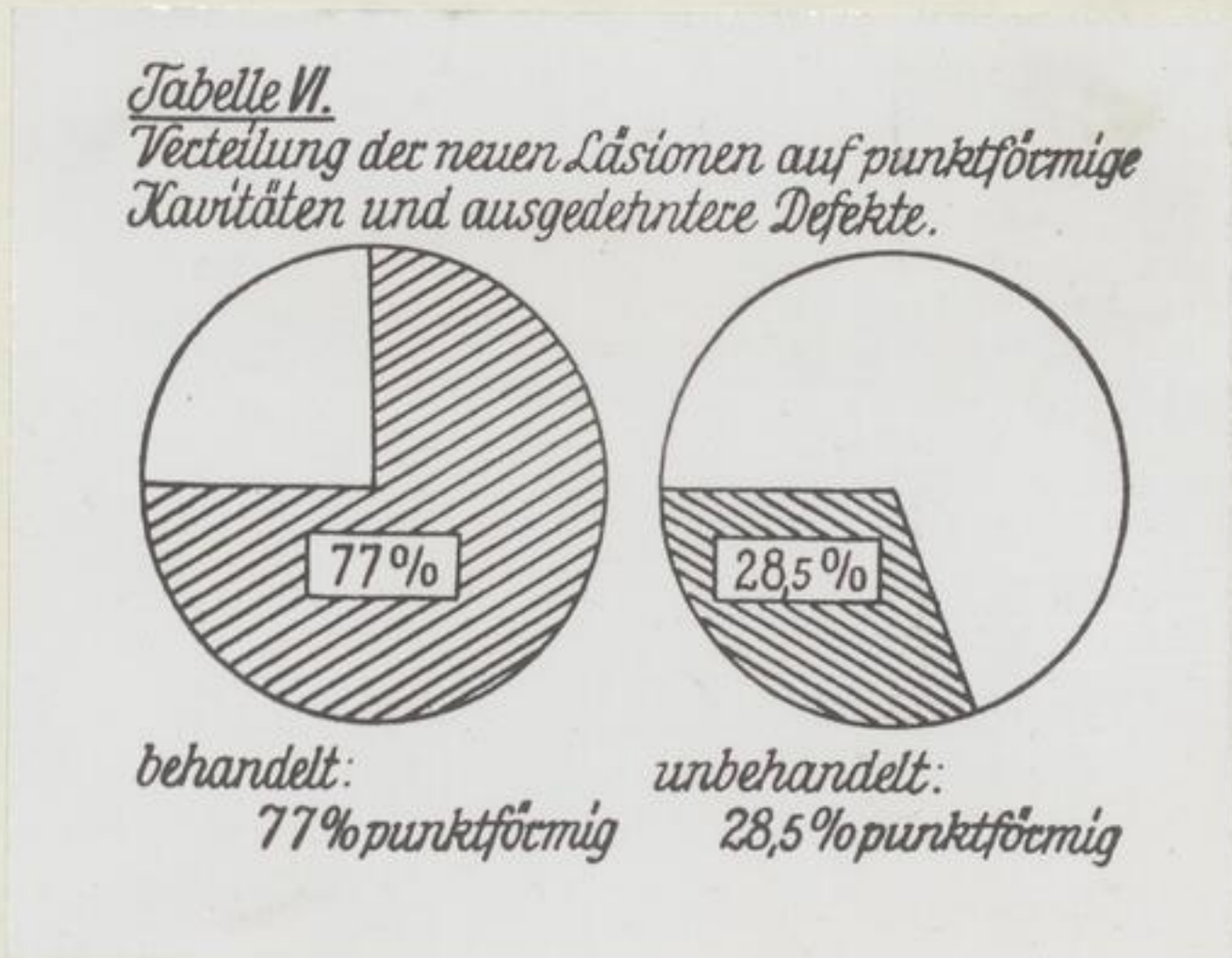


Abb. 21

nicht zum Ausdruck kommt. Wir fanden nämlich, daß von sämtlichen nach der Touchierung entstandenen Läsionen in der Fluorgruppe 77 % punktförmig geblieben waren und sich nur 23 % zu ausgedehnteren Defekten entwickelt hatten. Bei der unbehandelten Gruppe dagegen waren nur 28,5 % der neuen Läsionen punktförmig geblieben, 71,5 % erwiesen sich als größere kariöse Läsionen (Abb. 21).

Auch diese graduelle Verschiedenheit der aufgetretenen Neuerkrankungen kann als ein prophylaktischer Erfolg gewertet werden.

Kariesreduktion in den einzelnen Altersklassen

Kariesindex sowohl als Kariesreduktion waren in den 4 Altersgruppen nicht gleich hoch. Von den einzelnen Altersklassen zeigten die 7-jährigen mit 56,66 % und die 13-jährigen mit 44,73 % nach der Applikation die stärkste Verminderung an Karies. Der verhältnismäßig hohe Kariesindex der 7-jährigen erklärt sich aus der noch geringen Anzahl durchgebrochener bleibender Zähne in diesem Alter und der großen Kariesgefährdung des Sechsjahrmolaren. (Abb. 22)

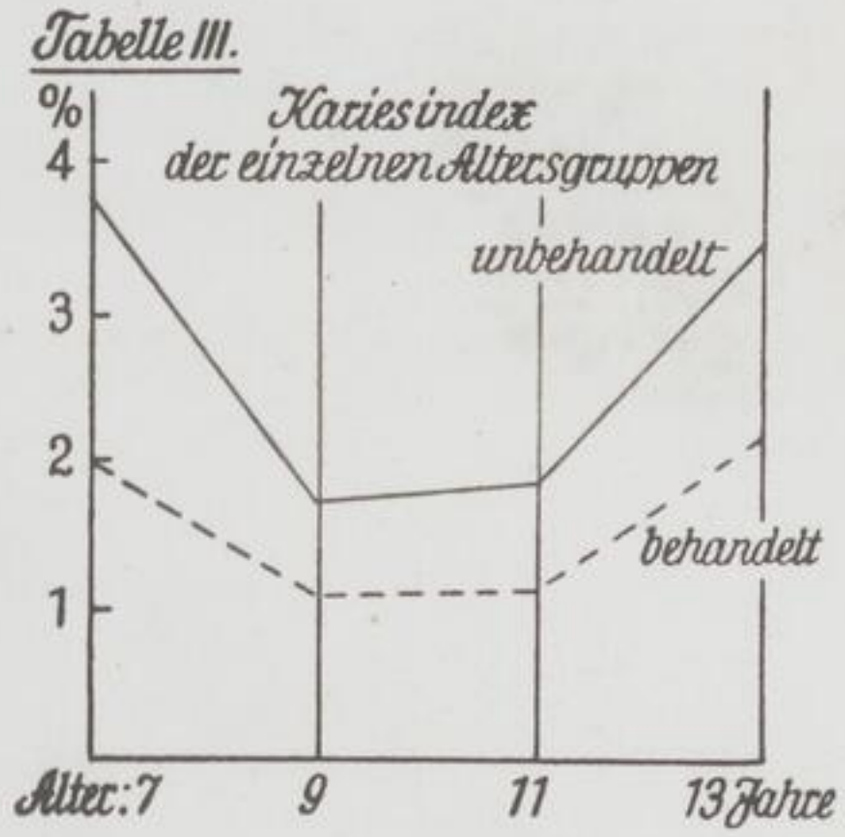


Abb. 22

Die Verteilung der kariösen Läsionen auf die einzelnen Zahntypen

Sie läßt den überwiegenden Anteil des 1. bleibenden Molaren an den Neuerkrankungen erkennen, zugleich aber auch die außergewöhnlich hohe Reduktion von 44,55 % nach der Fluorimprägnierung dieses Zahnes. Erst in weitem Abstand folgen die übrigen Zähne. Kariöse Eckzähne waren bei keinem einzigen Kinde zu sehen. (Abb. 23)

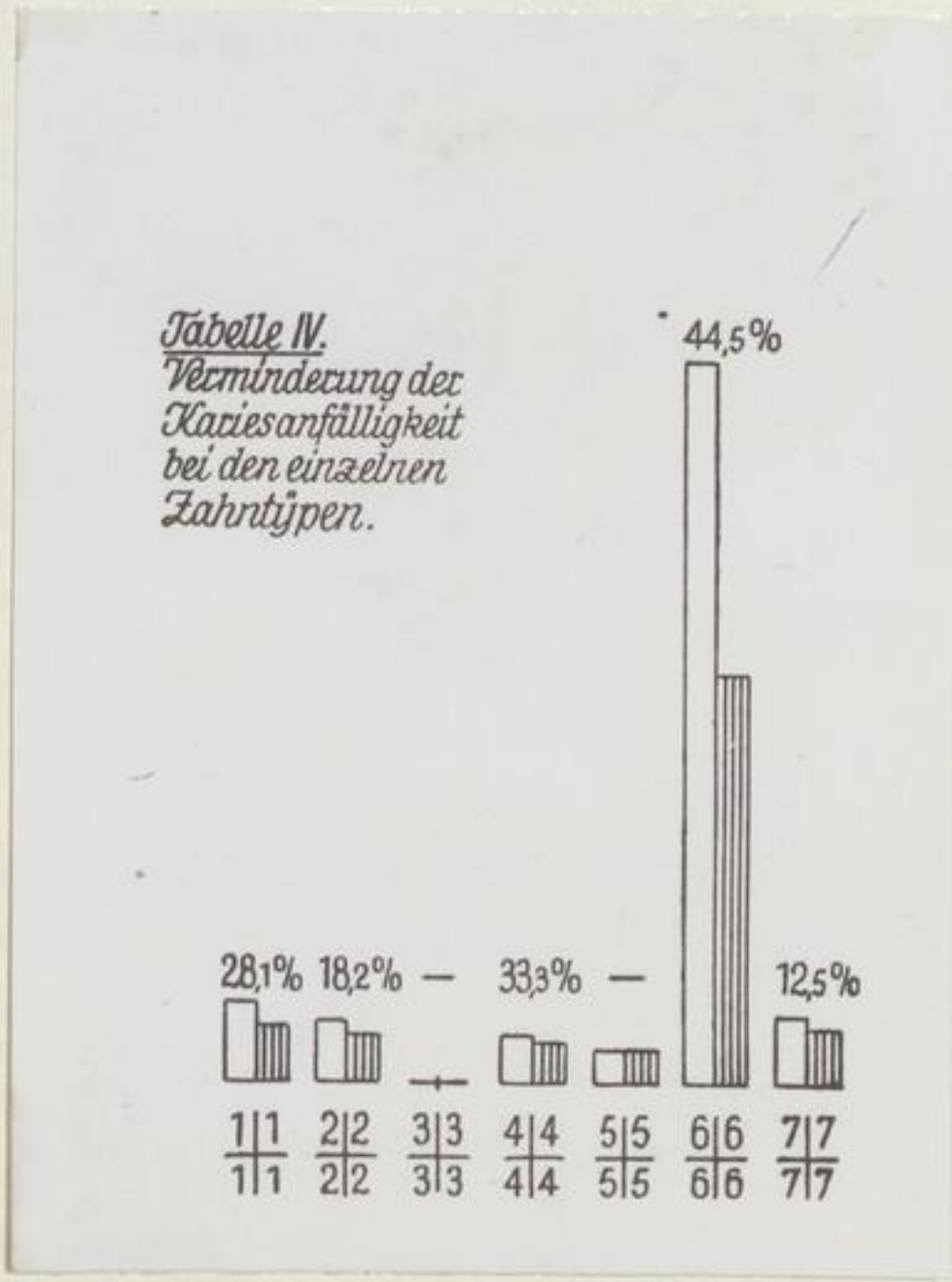


Abb. 23

Verminderte Kariesanfälligkeit des 1. Molaren in den einzelnen Altersgruppen nach Fluorierung

In den einzelnen Altersgruppen war die kariöse Erkrankung des Sechsjahrmolaren ebenfalls verschieden häufig. Die 13-jährigen hatten den höchsten Kariesindex und gleichzeitig den stärksten

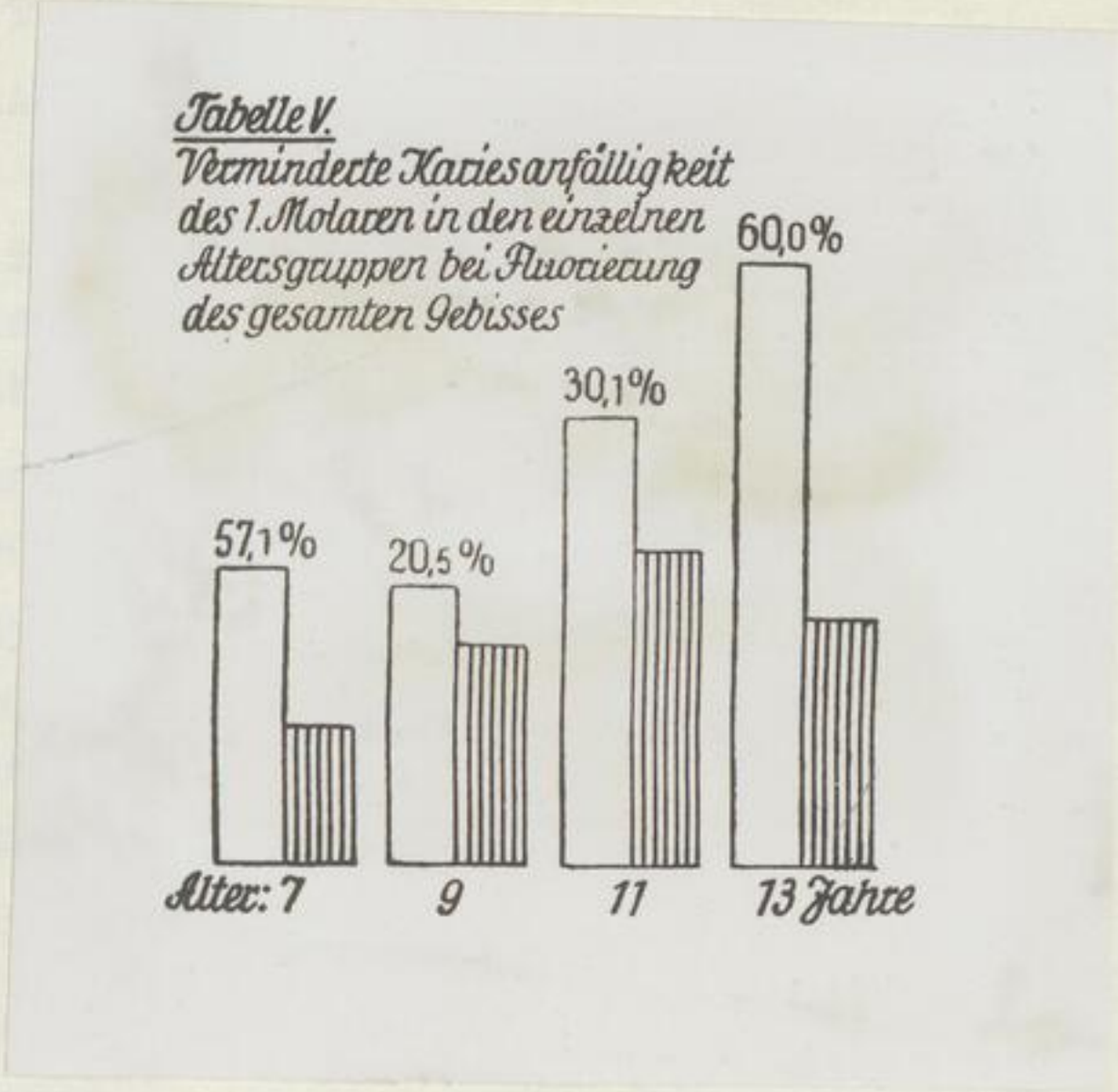


Abb. 24

Kariesrückgang von 60 % bei den Fluorkindern. Gleichfalls bemerkenswert hoch war die Kariesreduktion für die 1. Molaren der 7-jährigen Probanden. (Abb. 24)

Die Milchzähne wurden, wie auch bei allen vorhergehenden Auswertungen nicht zur Berechnung der Kariesfrequenz herangezogen, weil in diesem Alter der physiologische Zahnwechsel erfolgt und der Nachweis, ob in der Zwischenzeit ausgefallene Milchzähne kariös geworden waren oder nicht, kaum zu erbringen wäre.

1952: 2. Touchierung

2. Auswertung

Genau 24 Monate nach der Durchführung der 1. Imprägnierung wurden die Kinder erneut untersucht und die Fluorapplikation wiederholt.

Zur Auswertung gelangten diesmal die Befunde von 889 Probanden und ebensoviel gleichaltrigen Vergleichskindern:

je	135	Kinder	des	Geburtsjahrganges	1936/37
"	320	"	"	"	1938/39
"	214	"	"	"	1940/41
"	220	"	"	"	1942/43

Ergebnis:

	bleibende Zähne	neukariös	EKF-Zahl
Fluorgruppe:	13 005	512	3,94
Kontrollgruppe:	12 972	719	5,54

Reduktion des Karieszuwachses bezogen auf die 1951-1952 neuerkrankten Zähne: 28,88 %.

Die Fluorgruppe wies im 2. Jahre nach der Fluoridapplikation 512 neuentstandene Läsionen auf = 3,94 % der bei der Imprägnierung vorhandenen bleibenden Zähne, die Vergleichsgruppe dagegen 719 neue kariöse Defekte = 5,54 % der 1950 gezählten und touchierten bleibenden Zähne. Dies entspricht einer Verminderung um 28,88% im 2. Jahre. (Abb. 25)

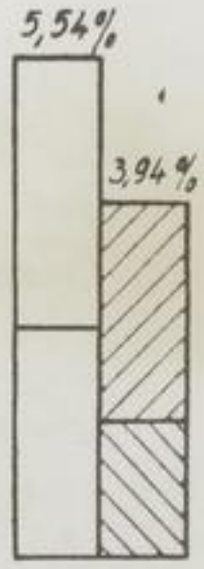


Abbildung 1
Kariesanfälligkeit nach 2 Jahren vermindert um 28,88 % bei Fluorierung des gesamten Gebisses

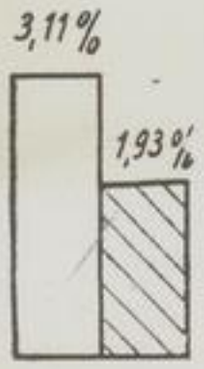


Abbildung 2
Kariesanfälligkeit nach 1 Jahr vermindert um 37,95 % bei Fluorierung des gesamten Gebisses

Abb. 25

1953: 3. Auswertung

Eine Gruppe von 374 solcher Kinder, die 1950 und 1952 fluoriert worden war, wurde 4 Jahre später abermals überprüft und einer analog zusammengesetzten unbehandelt gebliebenen Gruppe zum Vergleich gegenübergestellt.

Es handelt sich um

je	29	Kinder	des	Geburtsjahrganges	1936/37
"	99	"	"	"	1938/39
"	122	"	"	"	1940/41
"	124	"	"	"	1942/43/44

Die Befunde der vergleichenden Untersuchung ergaben nachstehende Werte:

	bleibende Zähne	neukariös	EKF-Zahl
Fluorgruppe:	7 201	295	4,10
Kontrollgruppe:	7 496	506	6,75

Dies bedeutet, auf die 1952-1953 neuerkrankten Zähne bezogen, eine Reduktion von 39,23 %. (Abb. 26)

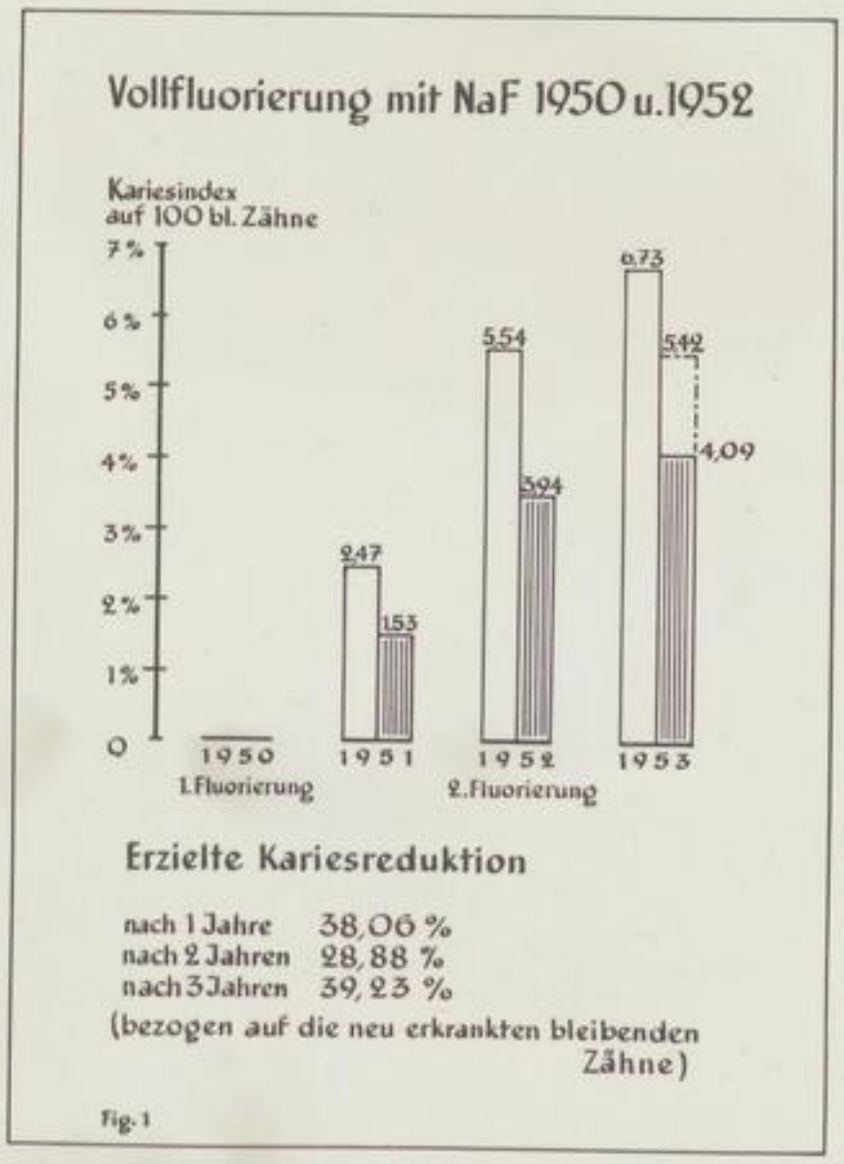


Abb. 26

Vergleichsmöglichkeiten zu internationalen Statistiken

Diese basieren - bei derselben Versuchsanordnung - auf dem auch von uns berechneten sog. EKF-Index (=DMF-Index). Man versteht darunter die Anzahl der in einer Versuchsgruppe gefundenen absoluten Zahl der extrahierten, kariösen und gefüllten Zähne je Kind nach der Formel:

$$\text{EKF-Index} = \frac{\text{absolute Karieszahl}}{\text{Anzahl der Kinder}}$$

Für die vorstehende Gruppe stellten wir - auf die einzelnen Altersgruppen aufgeschlüsselt - folgende Übersicht zusammen:

		Fluorgruppe		Kontrollgruppe	
Geb. Jahr	Anzahl der Kinder	absolute Karieszahl	EKF-Zahl	Absolute Karieszahl	EKF-Zahl
1942/44	124	142	1,14	222	1,79
1940/41	122	160	1,31	295	2,41
1938/39	99	165	1,66	280	2,82
1936/37	29	57	1,96	101	3,48
gesamt:	374	524	1,40	898	2,40

Auch bei der Berechnung des EKF-Indexes ist die Überlegenheit der prophylaktisch behandelten Gruppe deutlich sichtbar. (Abb. 27 und Abb. 28)

Abb. 27

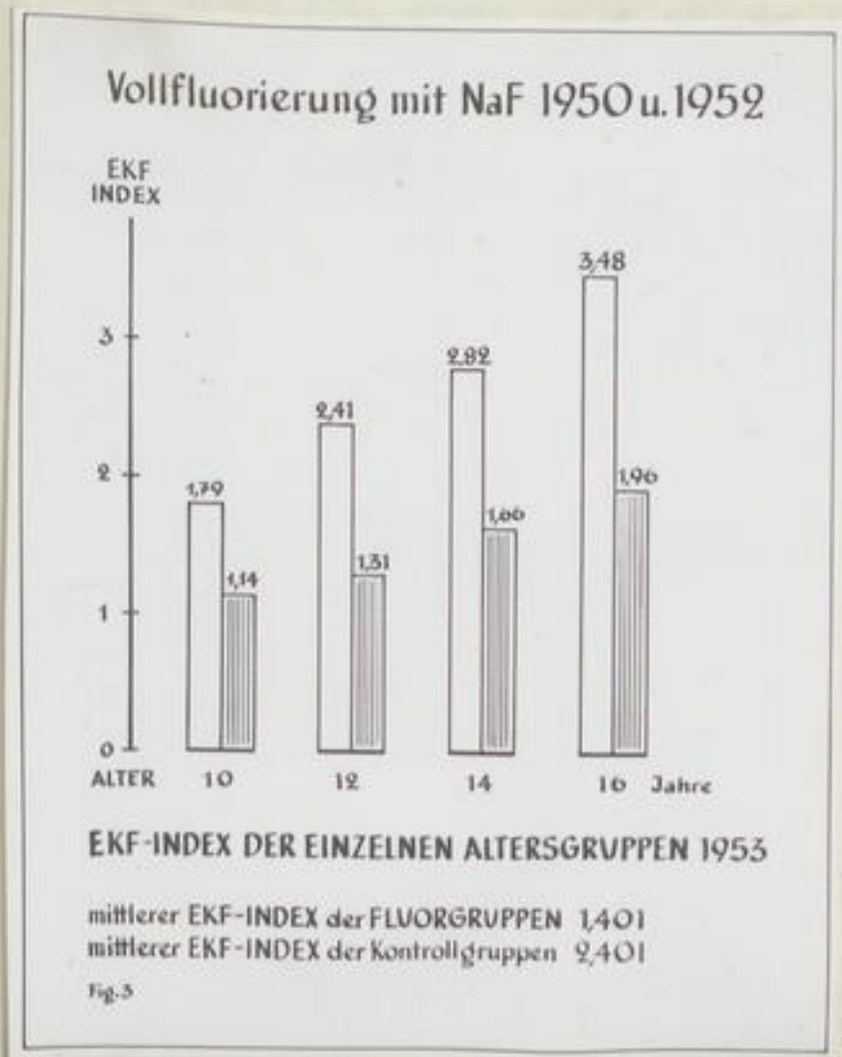


Abb. 28

1954: 3. Touchierung

1955: 4. Auswertung

Zu Anfang des Jahres 1955 arbeiteten wir mit einer Probandengruppe von 418 Kindern, die den Bedingungen einer Fluortouchierung in den Jahren 1950 und 1952 und einer regelmäßig durchgeführten Kontrolle nach jeweils 12 Monaten genügten, und gingen dem Kariesgeschehen auf Grund der in den einzelnen Jahren aufgenommenen Zahnstaten nach. Zum Vergleich zogen wir eine analoge unbehandelte Schülergruppe heran, von der ebenfalls lückenlose Untersuchungsbefunde durch alle 5 Jahre vorlagen.

Wir registrierten für beide Gruppen:

je	13	Kinder	des	Geburtsjahrganges	1936
"	60	"	"	"	1937
"	70	"	"	"	1938
"	64	"	"	"	1939
"	56	"	"	"	1940
"	51	"	"	"	1941
"	50	"	"	"	1942
"	54	"	"	"	1943

Auch in dieser vollfluorierten Gruppe begegnen wir dem Wechselspiel des ansteigenden und wieder abfallenden Reduktionswertes im 1. und 2. Jahre nach den Applikationen. Er betrug Ende 1951 36,52 %, sank 1952 auf 25,69 % ab, stieg - nach der 2. Touchierungsserie 1952 - im Jahre 1953 auf 36,81 % an, ging 1954 wieder auf 18,55 % zurück und wurde 1955, ein Jahr nach erfolgter 3. Imprägnierung, mit 27,45 % errechnet.

Die Gesamtreduktion an kariösen Neuerkrankungen innerhalb der 5 jährigen Berichtszeit belief sich auf 28,94 %.

Tab. 4 zeigt diese Entwicklung in absoluten Zahlenwerten. Abb. 29 die Zahl der EKF-Zähne je Kind in beiden Gruppen im Verlaufe der einzelnen Berichtsjahre.

Tab. 4

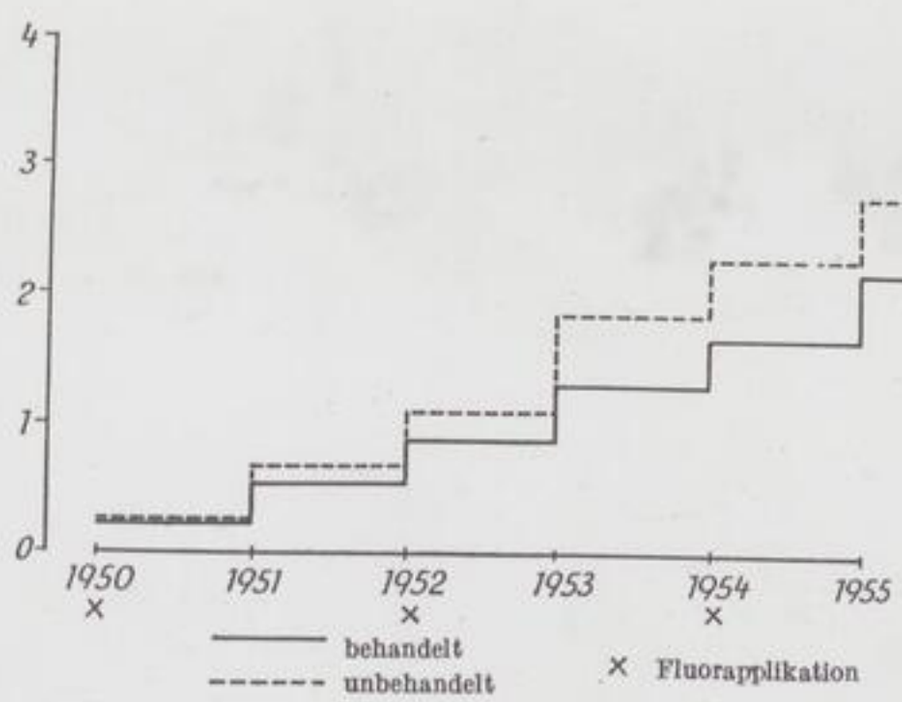
Vollfluorierte Gruppe 1950-1955; NaF-Touchierung 1950,1952,1954

Fluorgruppe

Jahr	Zahl der Kinder	Zuwachs an EKF-Zähnen	Gesamt-EKF-Zähne	EKF-Zahl	Karies-reduktion
1950	418	---	106	0,25	-----
1951	418	123	229	0,55	36,52 %
1952	418	136	365	0,87	25,69 %
1953	418	194	559	1,33	36,81 %
1954	418	145	704	1,68	18,55 %
1955	418	156	860	2,05	27,45 %

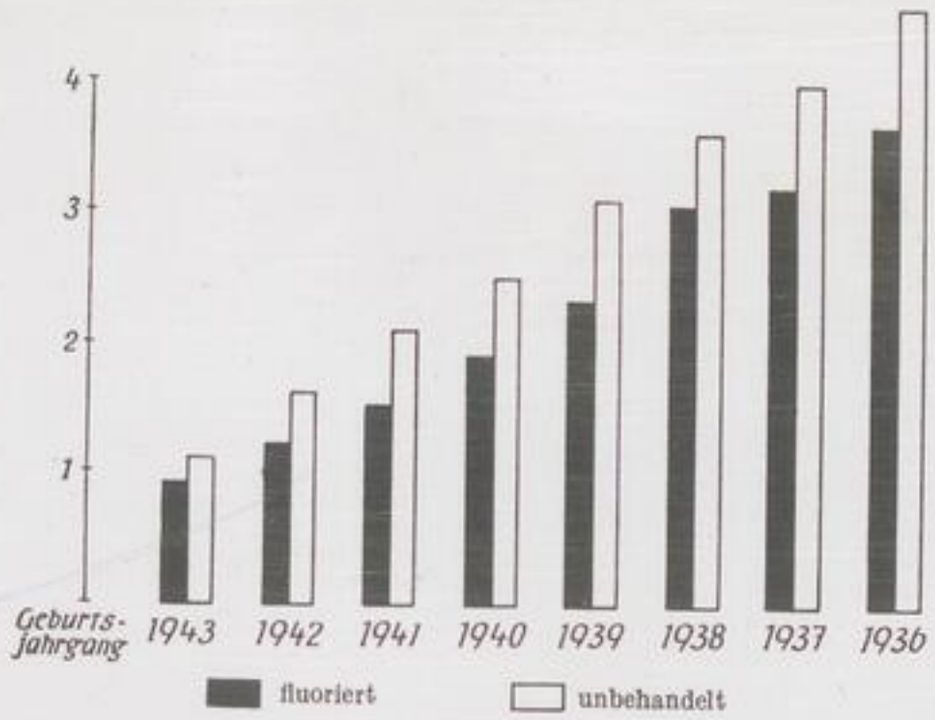
Kontrollgruppe

1950	418	---	105	0,25
1951	418	178	283	0,68
1952	418	183	466	1,11
1953	418	307	773	1,85
1954	418	178	951	2,27
1955	418	215	1166	2,79



Vollfluorierung 1950—1955
EKF-Zähne je Kind bei der behandelten und der unbehandelten Gruppe

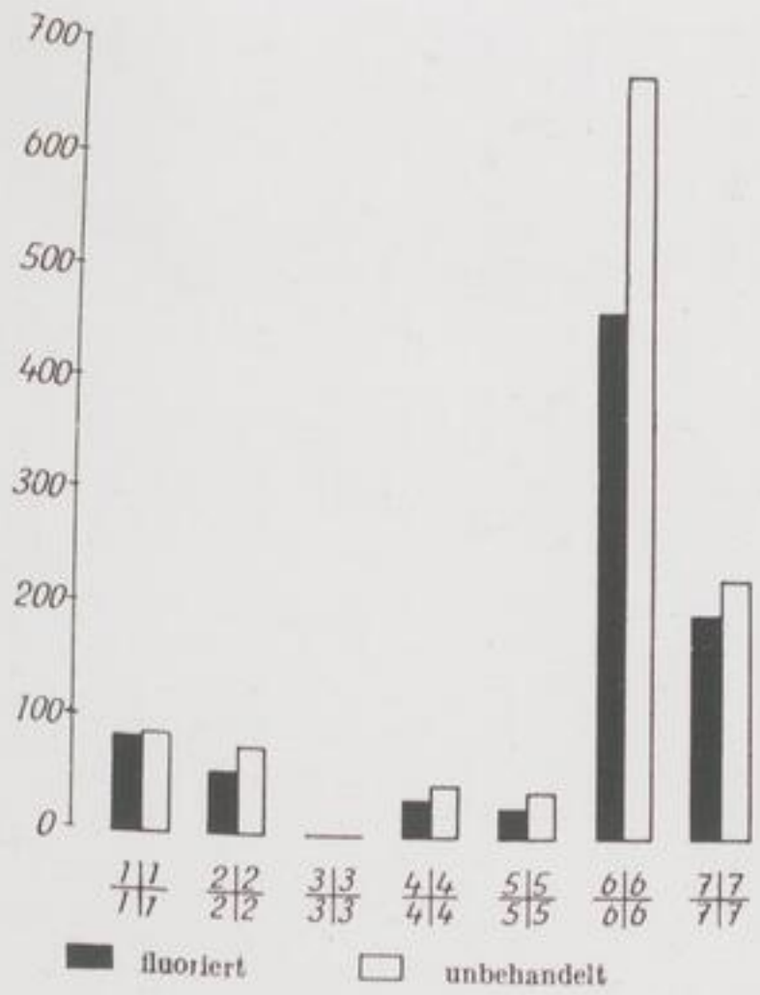
Abb. 29



Vollfluorierung 1950—1955
EKF-Zahlen in den verschiedenen Altersgruppen nach 5 Berichtsjahren

Abb. 30

Abb. 30 bringt die Werte der EKF-Zahlen in den einzelnen Altersklassen graphisch zur Darstellung. Es scheint auch hier, als ob in den älteren Jahrgängen die Schutzwirkung der Fluorbehandlung nachließe, was wieder damit erklärt werden dürfte, daß in Entwicklung begriffener Zahnschmelz besser auf die Touchierung reagiert als ausgereifter.



Vollfluorierung 1950—1955
Summe der Neuerkrankungen bei den einzelnen Zahntypen (absolute Zahlen) während der Berichtszeit

Schließlich haben wir die protektive Wirkung der Touchierung auf die einzelnen Zahntypen geprüft. Die Resultate dieser Gegenüberstellung und den überragenden Anteil des Sechsjahrmolaren am Kariesgeschehen enthält Abb. 31.

Auch die 2. Molaren sind mit verhältnismäßig hoher Erkrankungsziffer vertreten. Kariöse Eckzähne wurden in keiner der verschiedenen Gruppen gebucht.

Abb. 31

1956: 5. Auswertung

6 Jahre nach Behandlungsbeginn wurde auch die vollfluorierte Gruppe einer abschließenden Auswertung unterworfen. Wir konnten 821 Schüler und Schülerinnen erfassen, die 1950, 1952 und 1954 termingemäß touchiert und 1956 letztmalig kontrolliert wurden. Sie verteilten sich auf folgende Jahrgänge:

Geburtsjahrgang	fluorierte Kinder	unbehandelte Kontrollen
1936	17	17 Kinder
1937	111	111 "
1938	114	114 "
1939	157	157 "
1940	117	117 "
1941	86	86 "
1942	99	99 "
1943	114	114 "
1944	6	6 "

In der Testgruppe waren während der 6-Jahr-Periode 1881 kariöse Neuerkrankungen zu zählen, in der Vergleichsgruppe dagegen 2688.

Das kommt einer Reduktion von 30,02 % nach 6 jähriger Fluorprophylaxe gleich.

Unter Verwendung der Berechnung von 1955 ergibt sich damit eine erzielte Kariesreduktion:

in der 1-Jahr-Periode 1950-51 von 36,52 % (418 Schüler)
" " 2 " " 1950-52 " 28,26 % (" ")
" " 3 " " 1950-53 " 32,19 % (" ")
" " 4 " " 1950-54 " 29,32 % (" ")
" " 5 " " 1950-55 " 28,54 % (" ")
" " 6 " " 1950-56 " 30,02 % (821 ")

Abb. 32 gibt diese Werte in graphischer Darstellung.

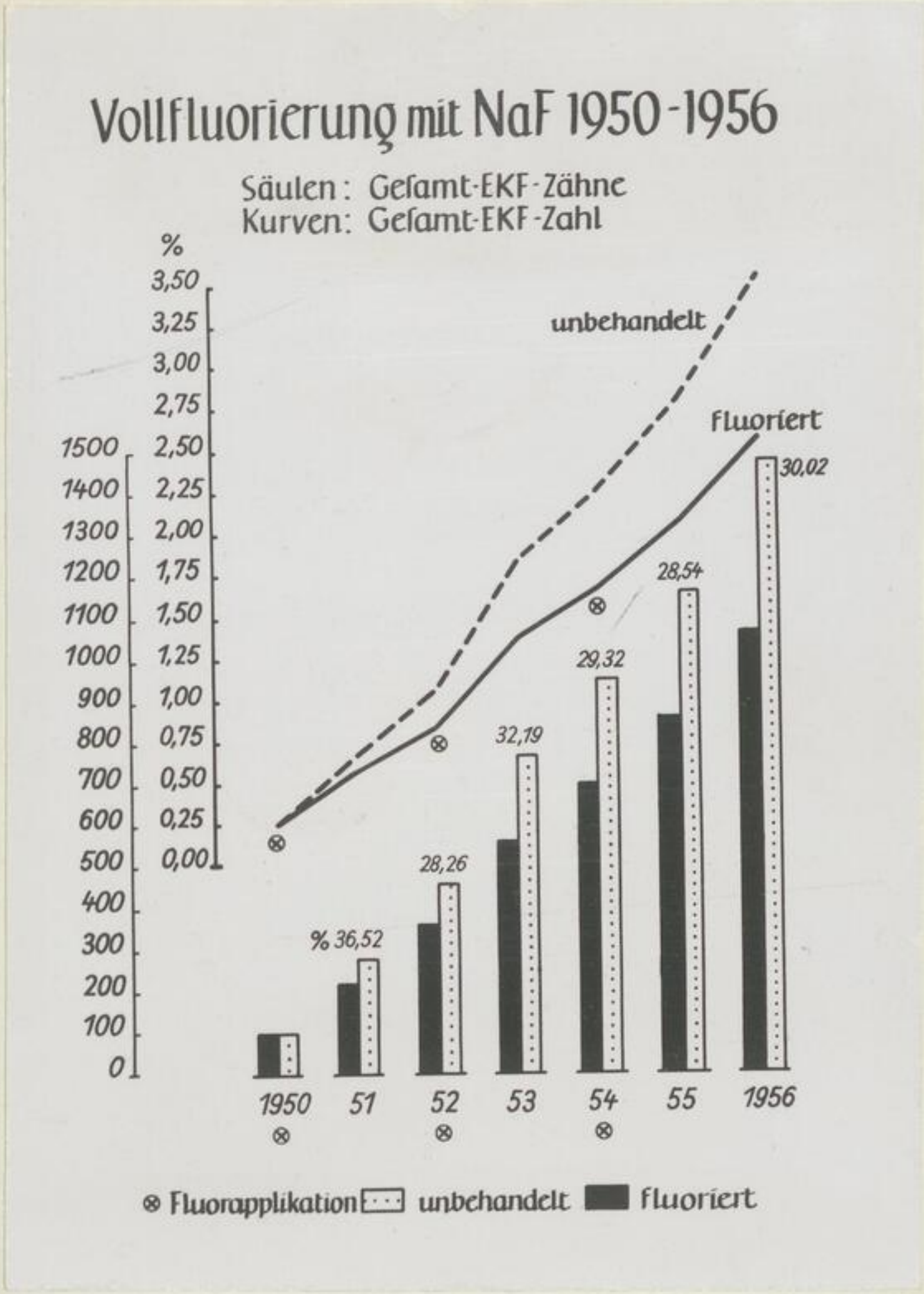


Abb. 32

Auch hier wird das Widerspiel des ansteigenden und wieder absinkenden Reduktionswertes im 1. und 2. Jahre nach der jeweiligen Fluortouchierung deutlich.

Diese Kurve läßt das Maß an kariösen Erkrankungen erkennen, das bei der prophylaktisch behandelten Gruppe verhütet werden konnte:

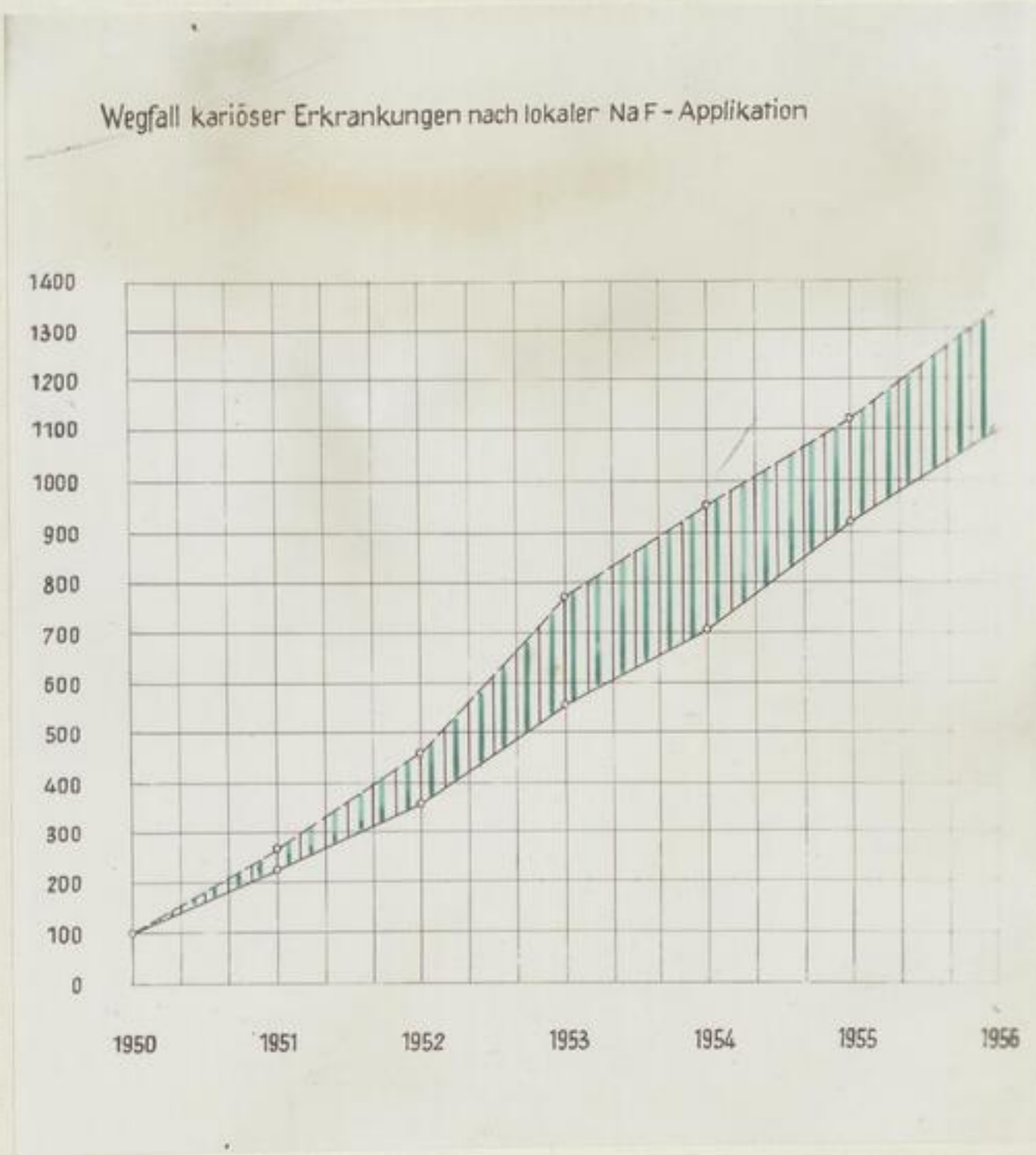


Abb. 33

Der schraffierte Bereich veranschaulicht den Nutzen, den unsere Fluortouchierungen bewirkten. Sie verursachten eine Verzögerung des Kariesangriffes um 1 - 2 Jahre, da die fluorgehärtete Schmelzschicht den zerstörenden Einflüssen erfolgreicher widersteht. (Abb. 33)

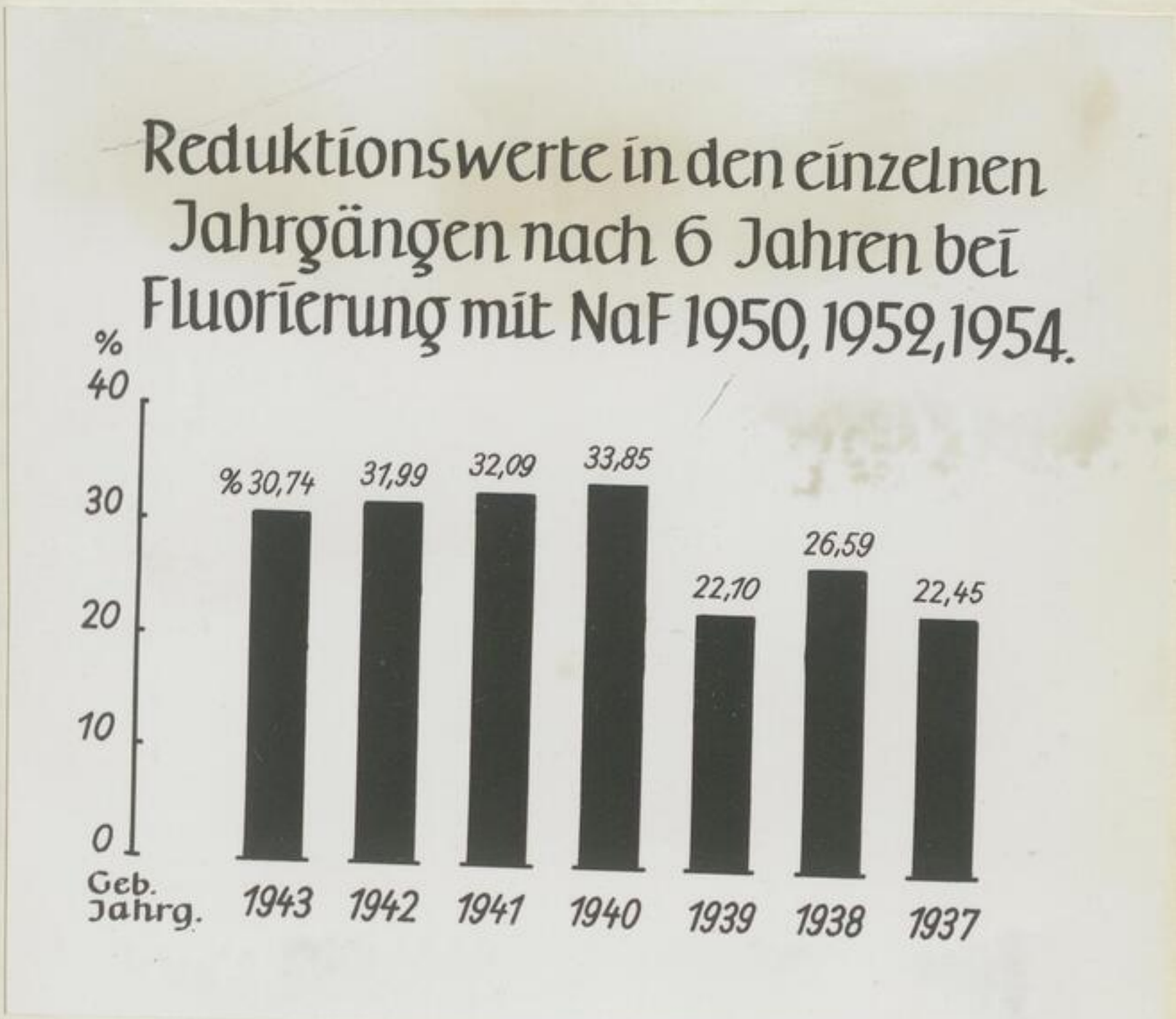


Abb. 34

Daß ausgereifter Zahnschmelz weniger günstig auf die Fluortouchierung anspricht, verdeutlicht Abb. 34. Während in den jüngeren Altersklassen um 32 % schwankende Werte auftreten, nimmt die kariesprotektive Wirkung bei den älteren auf 26 % bez. 22 % ab.

Von einer Touchierung bei älteren Personen wird deshalb abgeraten.

Nachlassen der kariesprotektiven Wirkung nach nur einmaliger Touchierung mit 2 %iger NaF-Lösung

a. Unilateral imprägnierte Teilgruppe:

1950: Touchierung

1953: Auswertung

Um den Effekt einer nur einmaligen Fluorapplikation im 3. Jahre beurteilen zu können, wurde bei einer kleinen Gruppe von 63 unilateral touchierten Kindern die Imprägnierung in der Folgezeit nicht wiederholt.

Ergebnis:

	bleibende Zähne	neukariös	auf 100 Zähne bezogen
Fluorseite:	490	27	5,51 %
Kontrollseite:	642	46	7,16 %

Reduktion 23,05 %

Der Kariesschutz der Fluoridierung, der nach 2 Jahren noch 27,58 % betrug (siehe Seite 39), hatte also im 3. Jahre weiterhin abgenommen.

b. Vollfluorierte Teilgruppe:

1950: Touchierung

1953: 1. Auswertung

Bei einer 1950 vollfluorierten Gruppe, bei der ebenfalls die Applikation im Laufe der Zeit nicht wiederholt wurde, war nach 3 Jahren der Reduktionswert auf 19,71 % abgesunken. (Abb. 35)

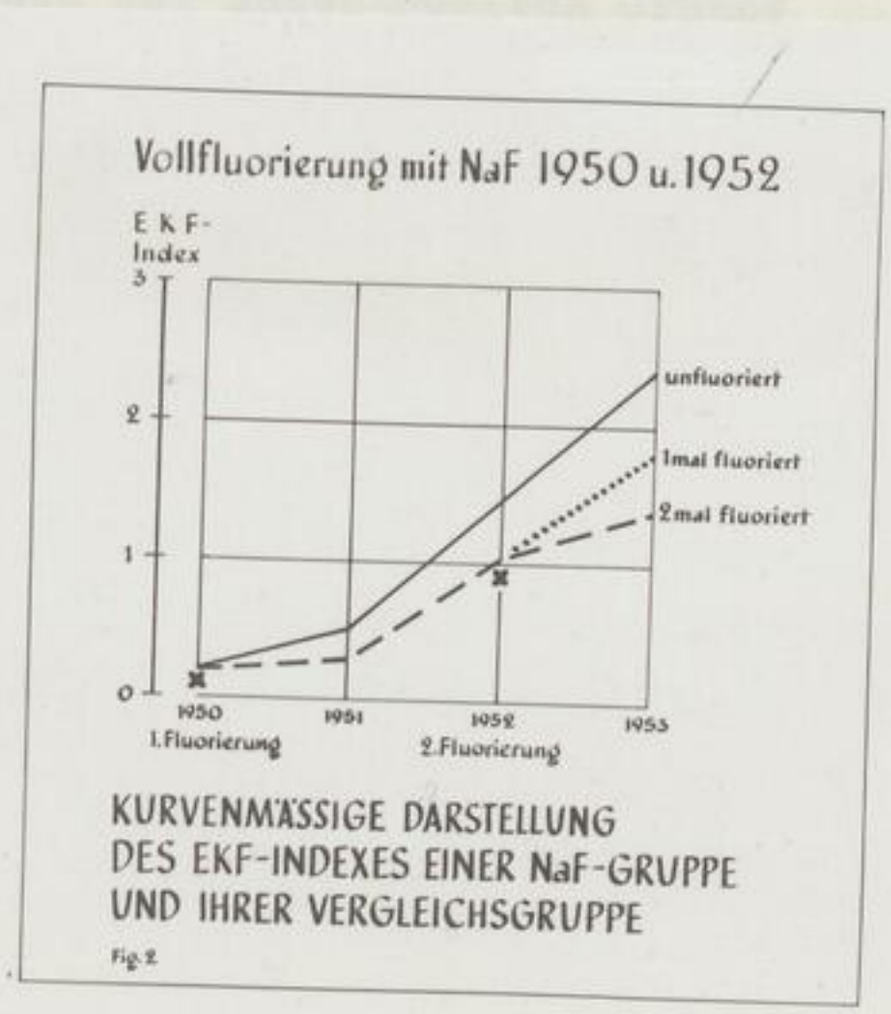


Abb. 35

Mit dieser Feststellung rechtfertigt sich die Wiederholung der Fluorapplikation bereits nach zwei Jahren.

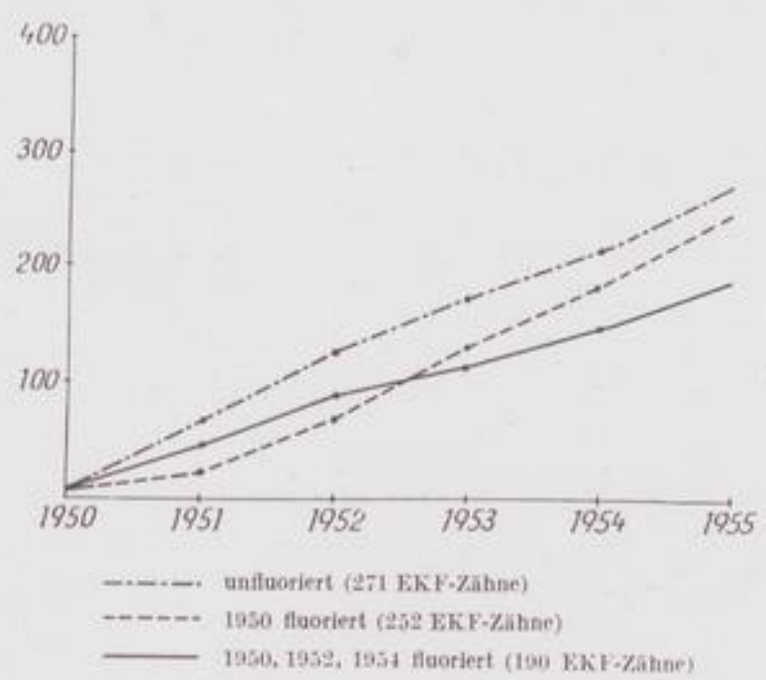
1955: 2. Auswertung

Diese nur 1950 vollfluorierte Gruppe der Geburtsjahrgänge 1940 bis 1943 - es waren 121 Mädchen und Knaben - wurde mit 2 anderen gleichgroßen, altersentsprechenden Gruppen verglichen, von denen die eine 1952 und 1954 eine 2. und 3. Applikationsserie erhalten hatte, während die andere völlig unbehandelt blieb. Die Ergebnisse dieses zweifachen Vergleiches finden sich in Abb. 36. Die EKF-Zahl für jedes Kind beträgt im Jahre 1955:

bei der 3 mal fluorierten Gruppe 1,5
bei der 1 mal fluorierten Gruppe 2,1
bei der unbehandelten Gruppe 2,2

Die Reduktion der Neuerkrankungen an Karies seit 1950 gegenüber der unbehandelt gebliebenen Gruppe beläuft sich bei den 3 mal fluorierten Kindern auf 29,89 %, bei den 1 mal touchierten Schülern nur noch auf 7,17 %.

Der Kariesschutz, der durch die nur einmalige Applikation vermittelt worden war, hob sich also im Verlaufe der 5 Jahre weitgehend auf. Immerhin dürfte die Verzögerung des kariösen Angriffs und die damit erzielte günstige Auswirkung auf das Kieferwachstum und die Verhütung von Folgekrankheiten auch hier von Nutzen gewesen sein.



Kariesbefall bei nur einmaliger Touchierung des gesamten Gebisses 1950. Zum Vergleich eine unfluorierte und eine 3mal fluorierte analoge Gruppe. (Absolute Zahlen)

Abb. 36

1956: 3. Auswertung

Auch 1956 wurde die Gruppe derjenigen Probanden überprüft, die nach der 1. Fluorierung keine neue Applikation bekommen hatten. Diese Berechnung betraf 397 Kinder - 199 Mädchen und 198 Knaben - aller behandelter Jahrgänge:

Geburtsjahrgang	Mädchen	Knaben
1936	4	3
1937	6	13
1938	25	16
1939	18	21
1940	38	41
1941	44	40
1942	31	28
1943	17	19
1944	16	17

Dazu untersuchte ich eine gleichgroße, altersmäßig analog zusammengesetzte Vergleichsgruppe von ebenfalls 199 Mädchen und 198 Knaben.

Ergebnis:

	Anzahl der Kinder	neukariös	EKF-Zahl	Reduktion
Mädchen:				
Fluorgruppe	199	680	3,41	2,02 %
Kontrollgruppe	199	694	3,48	
Knaben:				
Fluorgruppe	198	619	3,12	6,31 %
Kontrollgruppe	198	661	3,33	
Gesamt:				
Fluorgruppe	397	1299	3,27	4,11 %
Kontrollgruppe	397	1355	3,41	

Wir schlüsselten diesmal die Befunde auf Jungen und Mädchen auf und kamen zu dem Resultat, daß bei den Mädchen nach den 6 auf die Applikation folgenden Jahren die Kariesreduktion auf 2,02 % abgefallen war. Etwas besser schneiden auch hier die Knaben ab mit einem Wert von 6,31 %.

Für die Gesamtgruppe berechnet ergibt sich eine Verminderung des kariösen Neuzuwachses nach 6 Jahren von nur noch 4,11 %.

Die Notwendigkeit einer in regelmäßigen Abständen durchgeführten Wiederholung der Fluortouchierung ist damit klar herausgestellt. (Abb. 37)

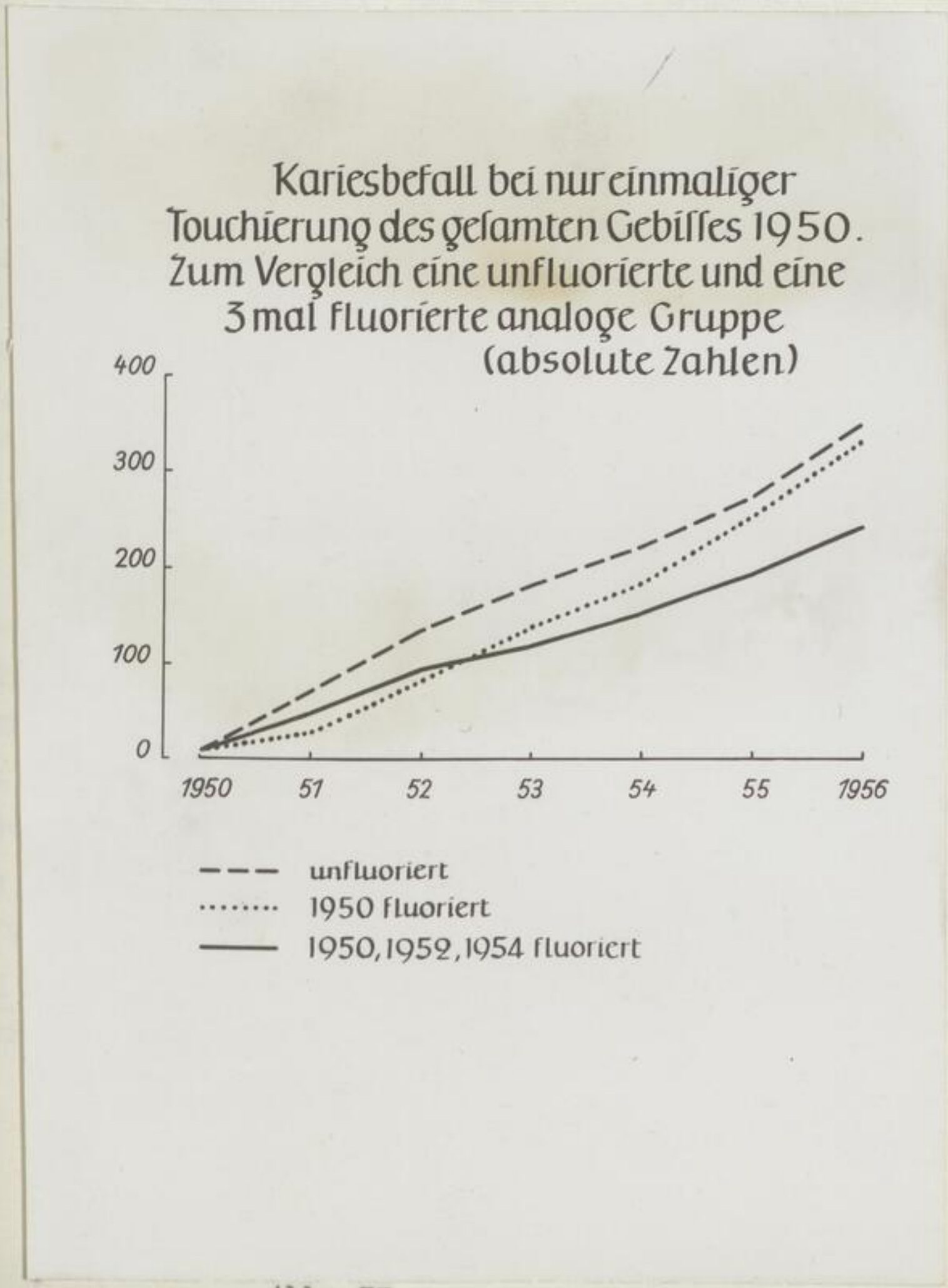


Abb. 37

Die Wirkung der lokalen NaF-Touchierung auf den Ablauf der frühkindlichen Zahnhalskaries

Außerdem richtete ich mein Augenmerk auf das Verhalten der Zahnhalskaries im Frontzahnbereich des Milchgebisses unter dem Einfluß der lokalen Applikation mit 2 %igem Natriumfluorid.

Das klinische Erscheinungsbild der zirkulären Frontzahnkaries im Milchgebiß ist gekennzeichnet durch kreidig-opake, horizontal verlaufende Verfärbungen des Schmelzes, in der Regel im Gebiet der Schmelz-Zementgrenze. Die Zähne werden fast immer symmetrisch betroffen. Der kariöse Prozeß breitet sich flächen- und muldenartig aus, schreitet sehr schnell ringförmig fort und bildet am Zahnhals eine streifenartige Einschnürung mit Zerstörung des Schmelzes und des Dentins. Besonders in Mitleidenschaft gezogen sind stets die labialen und approximalen Flächen des Zahnes, während palatinal-lingual nur geringe Defekte zu beobachten sind. Bei tiefgreifenden Prozessen genügt oft ein leichtes Trauma, um das Abbrechen der Kronen unmittelbar am Zahnfleischrand herbeizuführen, so daß "Stummelzähne" entstehen. Dies kann die Nahrungsaufnahme beeinträchtigen, wohl auch zu Sigmatismus Anlaß geben. Da der Prozeß zunächst schmerzlos ist, werden die Anfangserscheinungen oft nicht bemerkt. Erst beim Übergreifen der Zerstörung auf die Pulpa kommt es zu Schmerzen.

Wir sehen in dieser speziellen Form der Karies den Einfluß konstitutioneller Faktoren, vielleicht solche endokriner oder ernährungsbedingter Art.

K a n t o r o w i c z (47) nahm in der zirkulären Milchzahnkaries eine fehlerhafte Anlage bei schwächlichen Kindern an.

H a r n d t (48) denkt an den Ausdruck von Strukturunterschieden zwischen dem intrauterin und dem postnatal gebildeten Schmelz.

R o s e n b a u m (49) glaubt, sie als eine vorgeburtliche Mineralisationsstörung der Zahnstruktur auffassen zu können.

Denkbar wäre ferner, daß die Zahnhalskaries auf einer endogen bedingten Insuffizienz der Gerüstsubstanz der Schmelzbildungsstellen beruht. Auch auf die mögliche Rolle des Zwischenkiefers bei der Entstehung von Zahnhalskaries sei noch hingedeutet, da es im Bereich des Zwischenkiefers erwiesenermaßen zu häufigen Fehlbildungen kommt. Da die oberen Incisivi in allen Fällen mit erkranken, ist eine gelegentliche Unterfunktion dieses Kieferabschnittes unter Umständen als Basis dieser Kariesform anzusehen.

Nicht zu vergessen ist als Ursache einer Schädigung auf exogenem Wege schließlich der Gebrauch des Zuckerschnullers im Säuglingsalter. Nach den neuesten Ergebnissen von S o g n n a e s (50), W i l l i a m s (51), V o l k e r (52) und B i b b y (53) ist der Zucker für die Kariesgenese nicht so sehr in der Menge als vielmehr in der Art und Konzentration seiner Verabreichung verantwortlich zu machen.

Ich versuchte nun festzustellen, ob auf diese charakteristische Form der frühkindlichen Karies durch Touchierung mit 2 %igem Natriumfluorid hemmend einzuwirken sei. Meinen Untersuchungen liegt die Behandlung von 176 mit der beschriebenen Zahnhalskaries behafteten Kindern Hallenser Kindergärten zu Grunde. Sie waren zur Zeit der Applikation 3-4 Jahre alt und teilten sich in 83 Mädchen und 93 Jungen folgender Jahrgänge auf:

Geburtsjahrgang	Mädchen	Knaben
1947	8	14
1948	46	47
1949	28	32
1950	1	-
	83	93

Es wurde eine Unterteilung der kariösen Erscheinungen in 3 Schweregrade vorgenommen, wobei

a. eine beginnende Karies,

b. einen mittelschweren und

c. einen fortgeschrittenen Prozeß

bezeichnet.

Bei den meisten Kindern fluorierten wir die linke Oberkieferhälfte, bei einer kleineren Anzahl auch die linke Unterkieferhälfte bez. die linke gesamte Gebißhälfte. Die unbehandelten korrespondierenden Kieferquadranten dienten zum Vergleich.

Nach Ablauf von 1 Jahre ergab sich hier - bei Wiederholung der Touchierung bereits nach 6 Monaten - folgendes Resultat:

Anfangsbefund

Oberkiefer

	rechts			links		
	III	II	I	I	II	III
a	10	38	137	137	35	11
b	-	25	14	15	26	-
c	-	-	-	-	-	-

Unterkiefer

	rechts			links		
	III	II	I	I	II	III
a	-	6	27	27	6	-
b	-	2	7	7	2	-
c	-	-	-	-	-	-

Befund 1 Jahr nach Beginn der Fluorbehandlung

Oberkiefer

	rechts			links (fluoriert)		
	III	II	I	I	II	III
a	7	2	13	20	3	6
b	1	28	51	48	28	1
c	2	33	87	84	30	4

Unterkiefer

	rechts			links (fluoriert)		
	III	II	I	I	II	III
a	–	–	2	4	1	–
b	–	2	11	14	3	–
c	–	6	21	16	4	–

Bei der Betrachtung der vorstehenden Tabellen fällt auf, daß überwiegend die mittleren und seitlichen oberen Incisivi von der frühkindlichen Zahnhalskaries betroffen sind. Aber auch an den oberen Eckzähnen kann sie sich lokalisieren, meist in abgeschwächter Form. Der Unterkiefer war merklich weniger befallen; kariöse Eckzähne fanden wir dort nicht.

Die tabellarische Aufgliederung der Befunde 1 Jahr nach Beginn der Fluoridtouchierung zeigt ein deutliches Weitergreifen des kariösen Prozesses. Bei einem wesentlichen Teil der Kinder war die Zerstörung so weit fortgeschritten, daß die Eintragung unter "c" gebucht werden mußte. Für die imprägnierten Mundquadranten errechnete sich eine zu geringe Kariesreduktion als daß sich der Arbeitsaufwand einer noch dazu in halbjährigem Abstand durchgeführten Fluorprophylaxe gelohnt hätte. Bewertet man die kariösen Läsionen unter "a" mit 1 Punkt, die unter "b" mit 2 und die unter "c" mit 3 Punkten, dann bekommt man für die touchierte Seite einen Punktzuwachs von 318, für die unbehandelte einen solchen von 353 Punkten.

Wir erzielten durch die lokale Fluorierung bei frühkindlicher Zahnhalskaries also eine Verlangsamung des kariösen Prozesses um nur 9,9 %.

Dieses wenig ermutigende Ergebnis läßt die Schlußfolgerung zu, daß eine Imprägnierung von Milchzähnen mit initialer Zahnhalskaries der angewendeten Arbeit nicht äquivalent ist, so wünschenswert gerade hier eine befriedigende Prophylaxe wäre, da die nachteiligen Folgen einer Zerstörung der Milchfrontzähne nur zu klar auf der Hand liegen.

Die Wirkung der lokalen NaF-Touchierung auf den Ablauf der punktförmigen Initialkaries im bleibenden Gebiß

Eine ähnlich geringe Wirkung der örtlichen Fluorierung war bei punktförmigen Kavitäten bleibender Zähne zu beobachten. An 123 Kindern (58 Mädchen und 65 Jungen) der Geburtsjahrgänge 1936-1945 wurde das Verhalten von insgesamt 284 Zähnen überwacht, die zu Beginn der Imprägnierung eine punktförmige, mit der Sonde nur eben tastbare Initialkaries aufwiesen.

Zusammensetzung der Gruppe:

Geburtsjahr	Mädchen	Jungen
1935/36	3	5
1937	6	5
1938	8	10
1939	5	14
1940	13	9
1941	5	2
1942	6	2
1943	-	3
1944	7	10
1945	5	5
	58	65

Ergebnis der Touchierung:

Von den 284 Zähnen mit Initialkaries
waren 265 Zähne nach 1 Jahr bereits tiefer zerstört;
wurden nur 3 " " 2 Jahren,
4 " " 3 " und
12 " " 6 " noch punktförmig gefunden.

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle hatte sich schon 1 Jahr später ein ausgedehnterer kariöser Defekt entwickelt. Bei den vereinzelten Zähnen, wo punktförmige Kavitäten über mehrere Jahre hinweg unverändert blieben, handelte es sich offensichtlich um kariesresistente Gebisse, in denen diese Defekte die einzigen kariösen Läsionen überhaupt darstellten. An insgesamt 19 Zähnen dieser 10 Kinder (2 Mädchen und 8 Jungen) waren über einen Zeitraum von 2,3 und sogar 6 Jahren an den punktförmigen Kavitäten keinerlei Veränderungen zu bemerken.

Auf bereits begonnene Karies scheint die Fluortouchierung auch bei bleibenden Zähnen ohne erkennbaren Einfluß zu sein.

Die Wirkung der lokalen NaF-Touchierung auf Schmelzhypoplasien

Umso eindrucksvoller waren die mit der Fluorierung hypoplastischer Zähne erreichten Erfolge.

Hypoplasien stellen Mineralisationsfehler im Schmelz dar, verursacht durch zentral bedingte Störungen im Entwicklungsstadium der Zahnsubstanz. Sie finden sich fast immer gleichzeitig an mehreren Zähnen, am häufigsten an den bleibenden Schneidezähnen und den 1. bleibenden Molaren, seltener an den Eckzähnen und den Praemolaren. Doch hatte ich auch Kinder in den Untersuchungsreihen, bei denen alle Zahnkronen Hypoplasien zeigten. Diese Schmelzdefekte können verschiedenes Ausmaß haben und von kleinpunkt- oder linienförmigen Vertiefungen bis zu breiten, quer zur Zahnachse verlaufenden Gräben alle Schweregrade durchlaufen.

81 Kinder mit ausgeprägten Hypoplasien - 43 Mädchen und 38 Knaben der Geburtsjahrgänge 1936 bis 1945 - erhielten die übliche Fluoridimprägnierung mit einer Wiederholung der Applikationsserie jeweils nach 2 Jahren. Ich buchte bei ihnen 739 hypoplastische nichtkariöse Zähne.

Eine in Alter und Anzahl etwa entsprechende Vergleichsgruppe von 78 Kindern - 44 Mädchen und 36 Jungen mit zusammen 646 hypoplastischen, nichtkariösen Zähnen - blieb ohne Behandlung.

Nach 6 Jahren waren von den 739 Zähnen mit Schmelzhypoplasien der Fluorgruppe nur 51 = 6,90 % kariös geworden, von den 646 der Kontrollgruppe dagegen 127 = 19,66 %. (Abb. 38)

	Anzahl d. Kinder	Hypoplasien	neukariös	%
Fluorgruppe				
Mädchen	43	400	26	6,50
Knaben	38	339	25	7,37
Gesamt	81	739	51	6,90
Kontrollgruppe				
Mädchen	44	377	74	19,62
Knaben	34	269	53	19,70
Gesamt	78	646	127	19,66

Dies ergibt die erfreulich hohe Reduktion des kariösen Zuwachses bei hypoplastischen Zähnen von 64,91 % nach 6 jähriger Fluorprophylaxe, das beste Resultat meiner sämtlichen Versuchsreihen.

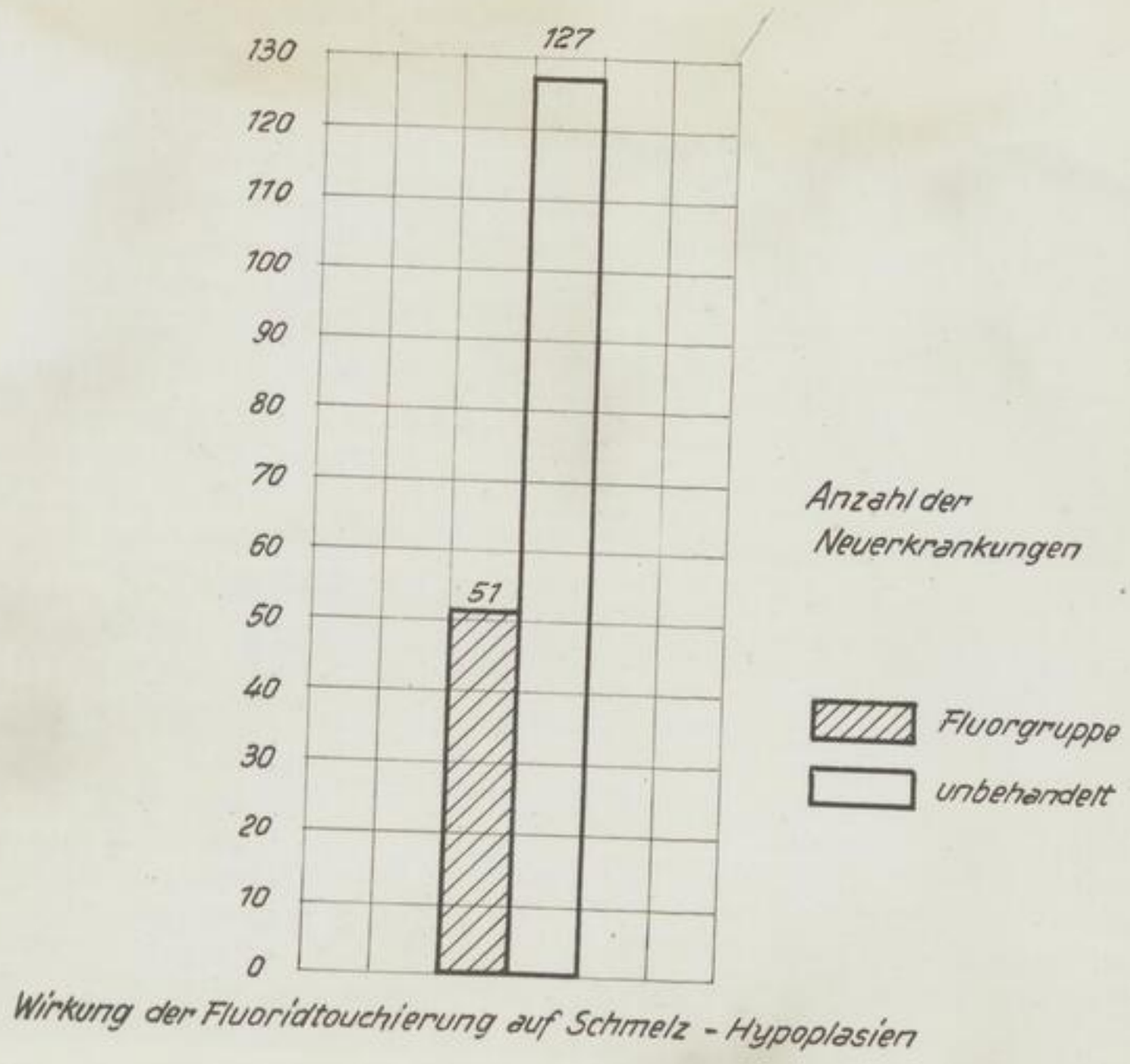

130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
127
51
Anzahl der
Neuerkrankungen
Fluorgruppe
unbehandelt
Wirkung der Fluoridtouchierung auf Schmelz - Hypoplasien

Abb. 38

Lokale Applikation von Fluosilikaten

Bei der Durchführung der geschilderten Versuche zeichneten sich im Laufe der Arbeit eine Reihe weiterer Probleme ab. Das nicht zu übersehende, in allen Versuchsreihen auftretende Nachlassen der kariesprotektiven Wirkung schon im 2. Jahre nach der Applikation mit 2 %igem Natriumfluorid ließ die Erzielung eines nachhaltigeren Fluorierungseffektes erstrebenswert erscheinen.

Wir gingen deshalb 1952 zur Verwendung von Fluosilikaten nach K n a p p w o s t über, von denen ein intensiverer Kariesschutz zu erwarten war.

Für sehr geeignet glaubten wir Magnesiumsilikofluorid ($MgSiF_6$) halten zu können. Wendet man dabei den Kunstgriff an, nach der Touchierung der Schmelzoberfläche mit dem Fluorkomplex diese noch mit einer alkalischen Lösung $Ca(OH)_2$ oder Reoganmilch flüchtig nachzutouchieren, so zersetzt sich das Fluosilikat unter Abscheidung eines Kieselsäuregels. Es entsteht neben Calciumfluorid (CaF_2) auch Magnesiumfluorid (MgF_2) nach der Formel:

$$MgSiF_6 + 2\ Ca(OH)_2 = MgF_2 + 2\ CaF_2 + \underbrace{SiO_2 + 2\ H_2O}_{\text{Kieselsäuregel}}$$

Dabei werden die festen Fluoride durch das Kieselsäuregel auf der Schmelzoberfläche festgehalten und durchsetzen sie nachhaltig.

Es ist wichtig, daß die Nachtouchierung erst nach gründlicher Einwirkung der Magnesiumsilikofluoridapplikation geschieht, so daß der festhaftende Calciumfluorid-Magnesiumfluorid-Silikat-Gel-Niederschlag während der nächsten Tage eine wirkungsvolle Fluorierung der Schmelzoberfläche herbeiführen kann.

K n a p p w o s t (54) wies nach, daß durch diese Imprägnierung mit $MgSiF_6$ die Lösungsgeschwindigkeit des Schmelzes stark herabgesetzt wird. Selbst nach kräftigem Abbürsten der Zahnoberfläche nach der Touchierbehandlung war noch eine Reduktion von 27,6 % meßbar.

Noch intensivere Wirkungen konnten vom Kupfermagnesiumsilikofluorid ($MgSiF_6$ + $CuSiF_6$) erhofft werden. Beim Nachtouchieren - was bewußt oberflächlich erfolgen soll, damit das wertvolle primär sich bildende MgF_2 nicht in das weniger stark fluorierende CaF_2 übergeht - entsteht beim Kupfermagnesiumsilikofluorid (mit etwa 1 % Cu-Ionen) noch Cuprihydroxyloxyd, das sich mit dem MgF_2 ausscheidet und durch das Kieselsäuregel in den Spalten und Fissuren fixiert wird. Das Cu-Ion aber beeinflußt schon in sehr geringer Konzentration die acidogenen Bakterien, wobei es trotz des Schwefels der Mundhöhle eine große Lebensdauer aufweist, und vor allem gegen die Proteinasen erzeugenden Mikroorganismen und gegen die Proteinasen selbst wirksam wird. Mit dem Kupfer haben wir also einen Schutzstoff, der der organischen Schmelzsubstanz und dem collagenreichen Dentin zugute kommt. Die schwerlöslichen Kupferverbindungen bleiben lange als Niederschlag am Applikationsort liegen und schicken eine für einen bakteriziden Effekt ausreichende Menge von Cu-Ionen in Lösung. So wird auf lange Dauer ein Schutz des Schmelzmantels gegen acidogene Bakterien geschaffen.

Im Frühjahr 1952 begannen wir diese neuen Reihenbehandlungen mit Hexafluoriden. Verwendet wurde eine 6 %ige wäßrige Lösung der Fluosilikatkomplexe $MgSiF_6$ bez. $MgSiF_6$ + $CuSiF_6$, deren Wirkung durch eine kurze alkalische Nachtouchierung mit einem Calcium-Magnesium-Kaseinat verstärkt wurde. Der Behandlungsmodus ist der gleiche wie bei der Imprägnierung mit NaF, nur insofern vereinfacht, als die benötigte Einwirkungszeit kürzer ist und vorhandene Silikatfüllungen nicht abgedeckt werden brauchen, da der SiF_6-Komplex sie nicht angreift. Nach 2 Jahren wurde die Fluorierung wiederholt. Die Ergebnisse der Versuchsreihen, die je 125 Kinder der Geburtsjahrgänge 1943 bis 1945 umfaßten, waren günstig:

1952: Vollfluorierung mit Magnesiumsilikofluorid (Cervin)

1953: 1. Auswertung

	Anzahl der Kinder	Anzahl der bleibenden Zähne	neu-kariös	Reduktion
Fluorgruppe:	119	958	24	39,25 %
Kontrollgruppe:	119	968	40	

1954: 2. Touchierung

2. Auswertung

Fluorgruppe:	117	1037	29	36,66 %
Kontrollgruppe:	117	1176	52	

1955: 3. Auswertung

Fluorgruppe:	114	1242	39	37,20 %
Kontrollgruppe:	114	1279	64	

1956: 4. Auswertung

Fluorgruppe:	114	1242	64	37,27 %
Kontrollgruppe:	114	1279	105	

Bei der Touchierung mit Magnesiumsilikofluorid wurde also am Ende des 2. Jahres nach der Applikation nur ein unwesentliches Nachlassen der Reduktion erkennbar.

Noch günstiger wirkte sich die Imprägnierung mit Kupfermagnesiumsilikofluorid aus:

1952: Vollfluorierung mit Kupfermagnesiumsilikofluorid (Kupfercervin)

1953: 1. Auswertung

	Anzahl der Kinder	Anzahl der bleibenden Zähne	neu-kariös	Reduktion
Fluorgruppe:	139	1204	32	39,67 %
Kontrollgruppe:	139	1178	52	

1954: 2. Touchierung

2. Auswertung

Fluorgruppe:	103	892	26	38,09 %
Kontrollgruppe:	103	868	38	

1955: 3. Auswertung

Fluorgruppe:	103	1076	31	39,37 %
Kontrollgruppe:	103	1009	48	

1956: 4. Auswertung

Fluorgruppe:	103	1076	56	39,68 %
Kontrollgruppe:	103	1009	87	

Der Reduktionswert verminderte sich im 2. Jahre nach der Touchierung praktisch kaum, ein Zeichen, daß mit Kupfermagnesiumsilikofluorid die nachhaltigsten Fluorierungseffekte erzielt werden konnten.

Mit dieser Feststellung ist die lokale Fluoridierung mit 2 %iger Natriumfluoridlösung im gewissen Sinne als überholt zu betrachten.

Ein Vergleich der Reduktionswerte unter den verschiedenen von uns verwendeten Fluorlösungen demonstriert nochmals die Überlegenheit der Touchierung mit Hexafluoriden gegenüber derjenigen mit 2 %igem Natriumfluorid. Das bei letzterem zu beobachtende

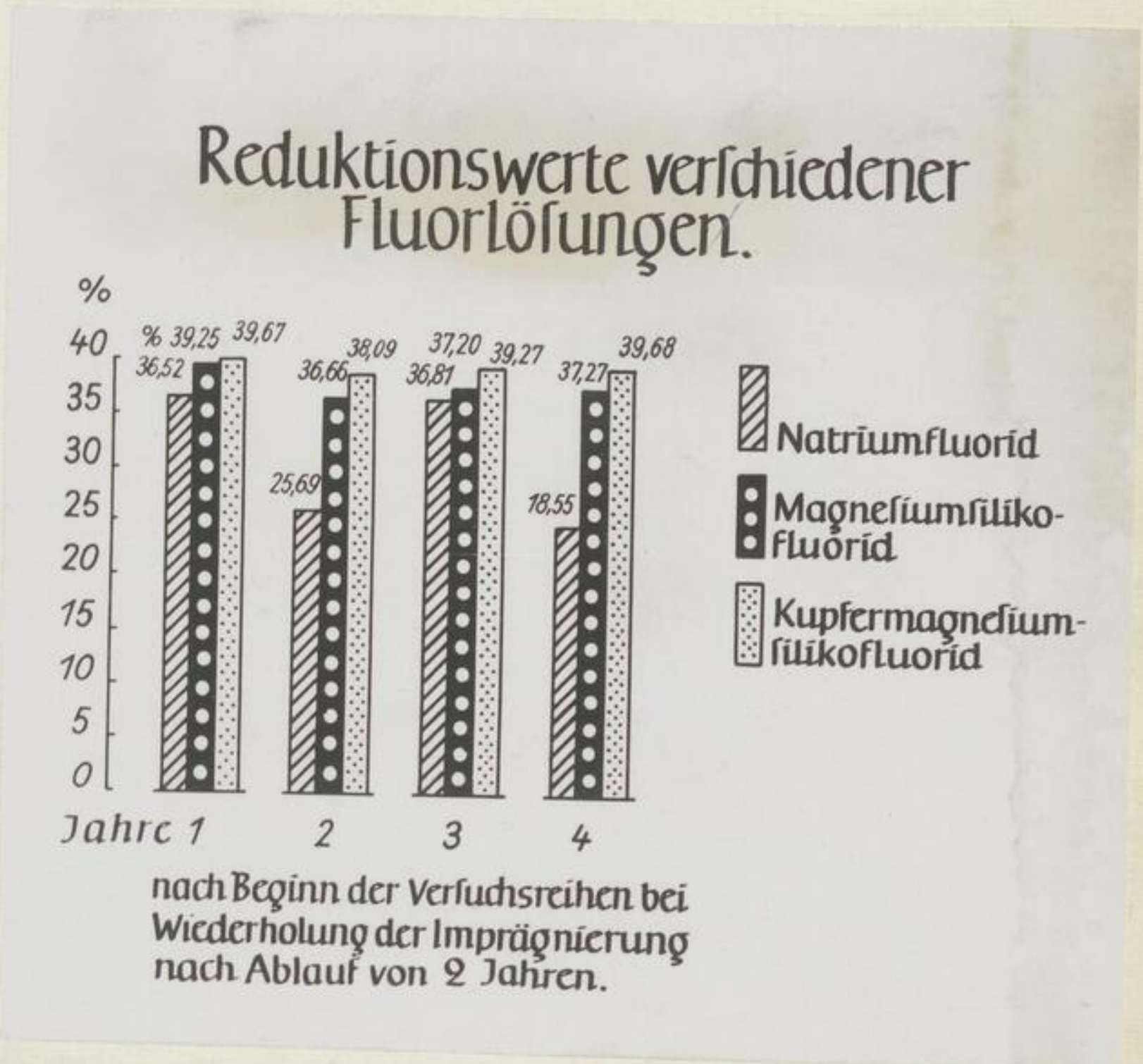


Abb. 39

merkbare Absinken des Schutzeffektes im 2. Jahre nach der Imprägnierung tritt bei Magnesiumsilikofluorid in sehr viel geringerem Maße auf, bei Kupfermagnesiumsilikofluorid bleibt der Schutz praktisch unverändert. (Abb. 39)

Dieses Resultat erhält eine eindrucksvolle Bestätigung und Ergänzung durch die Darstellungen des Oberflächenreliefs des Schmelzes durch H e u s e r (55). Er konnte mit Hilfe eines Abdruckverfahrens zeigen, daß mit Hexafluorid behandelte Zähne nicht nur eine erhöhte Resistenz der Nassmythschen Membran, sondern auch der darunter liegenden Schmelzschicht aufweisen.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse dieser Studie erlauben zusammen mit denen anderer vergleichbarer Untersuchungen (B i b b y , K n u t s o n , A r m s t r o n g , G a l a g a n , C h e y n e , J o r d a n , W o o d , A l l i s o n , I r v i n u.a.) (56) den Schluß, daß die 2 %ige Natriumfluoridlösung den Prototyp dieser Gruppe von Fluoridierungsmitteln repräsentiert und daß die Beschickung der Schmelzoberfläche mit NaF als Resultat eine Reduktion des kariösen Neuzuwachses von 30-36 % herbeiführt. Durch Anwendung von Fluoriden in komplex gebundener Form als Magnesiumsilikofluorid und Kupfermagnesiumsilikofluorid läßt sich dieser Kariesschutz auf 40 % steigern.

Es eröffnet sich also mit der lokalen Touchierung auf dem Gebiete der vorbeugenden Zahnheilkunde eine Möglichkeit, die bei vorsichtiger Abwägung aller Umstände durchaus positiv zu beurteilen ist.

Heute fällt z.B. noch ein sehr großer Teil der Sechsjahrmolaren der Zange zum Opfer, teils als vorher behandelte Gangränzähne, teils nach erfolglos verlaufener Wurzelbehandlung. Ob die Extraktion den Schaden, den sie unterdessen angerichtet haben, gut machen kann, ist nach dem heutigen Stand der Lehre von der Fokalinfektion noch immer nicht zu beantworten. Es muß damit gerechnet werden, daß dauernde Schäden bestehen bleiben können. Außerdem steht und fällt die bestmögliche Kaufunktion mit den Sechsjahrmolaren.

Wie unsere Untersuchungen zeigten, liegt der Fluorierungseffekt gerade bei den 1. bleibenden Molaren mit 44,5 % Reduktion des Karieszuwachses nach einem Jahre bemerkenswert hoch und demonstriert den sozialhygienischen Nutzen einer Fluorprophylaxe an Stelle einer zeitraubenden, kostspieligen, aber dennoch kurzlebigen und erfolgsarmen Spätbehandlung.

Meine Ergebnisse stehen im Einklang mit denjenigen von Syrrist (57, 58, 59), Heuser / Keßler (60), Piguet (61), Schmid / Kunz (62), Futterer (63), Hartenstein (65) und Krusic (64).

Eine Zusammenstellung der in anderen Ländern mit lokaler Fluoridierung erzielten Erfolge mag angeschlossen werden:

Autor	Ort	Reduktion %	nach
Schmitz	Köln	33,9	1½ Jahre
Wannemacher	Owingen	36,7	1 Jahr
Schmid/Kunz	Zürich	25-30	1 Jahr
Tschäppät	Biel	5-32,2	1 Jahr
Floren	Gothenburg	0,0	6 Mon.
Bergmann	Gothenburg	60,0	1 Jahr
	"	50,0	2 Jahre
	"	40,0	3 Jahre
Parfitt	Liverpool	9,0	1 Jahr
Benagiano	Rom	30,0	1 Jahr
Mols/Petersen	Esbjerg	40,0	1 Jahr
Frank	Straßburg	0,0	1 Jahr
Lison	Brüssel	40,0	1 Jahr
Piguet/Roesgen/ A.J.Held	Genf	F-Anreicherung im Schmelz	1 Jahr
Knychalska	Krakau	Index + 5,7 Kontr.+ 16,4	5-13 Mon.
Wodniecki	Krakau	positiv	
Bolles	Bonn	32,5	1 Jahr
Heuser/Keßler	Marburg	37,2-39 48-62,7 + Zahnpaste	1 Jahr
Syrrist	Malmö	nie über 40	1 Jahr
	"	47,0	2 Jahre
	"	21,0	5 Jahre
Aslund	Lund	29,6	1 Jahr
Driak	Wien	9,0	9 Mon.
Stones	Liverpool	0,0	2 Jahre
Westerholm	Helsinki	60,0	1 Jahr
Krusic	Ljubljana	12-17	3 Jahre
Winkler/Amberger/ Backer-Dirks	Utrecht	30,0 r.OK 0,0 r.UK	1 Jahr
Palazzi	Mailand	30,0	1 Jahr

(Mitteilungen der Deutschen Fluorkommission) (66)

Statistische Auswertung der Reihenbehandlungen

Die aus meinen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse sollen nun auf ihre statistische Signifikanz geprüft werden.

Zur Anwendung kamen dabei die von G r a f und H e n n i n g in "Formeln und Tabellen der mathematischen Statistik" (Springer-Verlag 1953) Seite 11 angegebenen Formeln für den Vergleich zweier Häufigkeiten. Da eine Normalverteilung vorliegt, ist die Voraussetzung für sie vorhanden. Diese Formeln lauten:

$$P\,\% = 100\,\frac{Z_1 + Z_2}{N_1 + N_2} = \frac{N_1\,P_1 + N_2\,P_2}{N_1 + N_2}$$

$$\sigma D = \sqrt{P\,(100 - P)\,\frac{N_1 + N_2}{N_1 \cdot N_2}}$$

$$\lambda = \frac{P_1 - P_2}{\sigma D}$$

Verglichen wurde jeweils das Ergebnis der Versuchs- und der Kontrollgruppe. Die erhaltenen Werte sind in der nachfolgenden Tabelle S. 83 - 84 zusammengestellt. Die Bewertung wurde in der üblichen Weise gehandhabt, wobei gilt:

Vertrauensbereich von	95 - 99 % statistisch wahrscheinlich
	99 - 99,9 % statistisch gesichert
	über 99,9 % statistisch stark gesichert.

Darnach sind die 5 Auswertungsergebnisse unserer mit NaF vollfluorierten Gruppe durchweg statistisch stark gesichert, d.h. ihre Vertrauensgrenze liegt bei einseitiger Sicherheit über 99,9 %.

Stark gesichert ist ferner das Resultat der Fluorierung bei Hypoplasien, sowie die Abschlußuntersuchungen der mit Kupfermagnesiumsilikofluorid und der unilateral mit NaF imprägnierten Gruppe.

Statistisch gesichert (Vertrauensbereich 95 - 99 %) sind die erste Auswertung der Kupfermagnesiumsilikofluoridtouchierung und die 2. Berechnung der Magnesiumsilikofluoridgruppe.

Die Gruppen mit kleinem Probandengut - vor allem der durch die Touchierung von nur einer Oberkieferhälfte mit geringen Zahlenwerten aufwartende Quadranten-Test - sind vorwiegend statistisch wahrscheinlich (Vertrauensgrenzen 95 - 99 %), teilweise wurde eine Signifikanz nicht erreicht.

Von der Aufnahme von Versuchsreihen mit allzukleinen Personengruppen ist aus Gründen der statistischen Berechnung abzuraten, da sie kein klares Bild ergeben.

Statistische Auswertung der Reihenbehandlungen

Jahr	Test-methode	Fluor-lösung	Anzahl der Zähne fluor.	Anzahl der Zähne neukar.	Anzahl der Zähne unbeh.	Anzahl der Zähne neukar.
1951	Quadr.-test	NaF	955	13	2831	62
1952	"	NaF	905	28	2847	105
1953	"	NaF	784	37	2407	158
1955	"	NaF	984	46	980	64
1956	"	NaF	1926	254	1922	365
1951	Unila-teral	NaF	939	28	937	45
1952	"	NaF	724	37	710	50
1953	"	NaF	636	28	642	46
1956	"	NaF	17503	644	17490	865
1951	Vollflu-orierung	NaF	11176	171	11259	278
1952	"	NaF	13005	512	12972	719
1953	"	NaF	7201	295	7496	506
1955	"	NaF	11704	754	11687	1061
1956	"	NaF	22950	1881	22901	2688
1953	Vollflu-orierung	$MgSiF_6$	958	24	968	40
1954	"	$MgSiF_6$	1037	29	1176	52
1955	"	$MgSiF_6$	1242	39	1279	64
1956	"	$MgSiF_6$	1242	64	1279	105
1953	Vollflu-orierung	$MgSiF_6$+ $CuSiF_6$	1204	32	1178	52
1954	"	$MgSiF_6$+ $CuSiF_6$	892	26	868	38
1955	"	$MgSiF_6$+ $CuSiF_6$	1076	31	1009	48
1956	"	$MgSiF_6$+ $CuSiF_6$	1076	56	1009	87
1956	Hypopla-sien	NaF	739	51	646	127

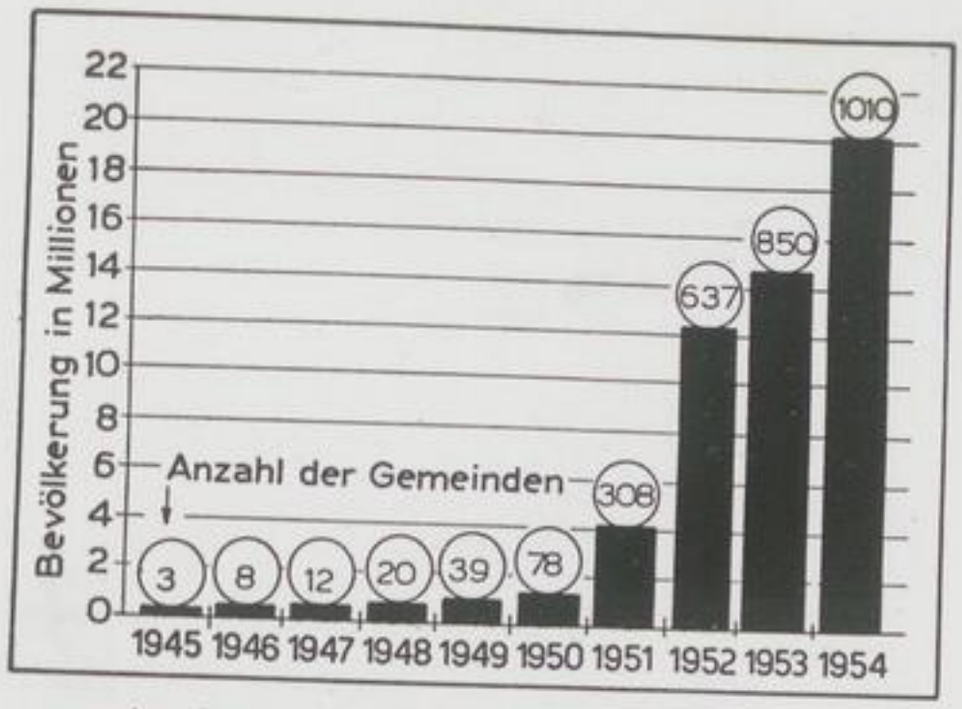
λ	bei einseitiger Sicherheit	Vertrauens-grenze	Zeitpunkt d. Touchierung
1,6	nicht gesichert	94,1 %	1950,52,54
0,8	nicht gesichert	——	
1,9	wahrscheinlich	97,2 %	
2,6	gesichert	99,5 %	
3,9	stark gesichert	99,9 %	
2,1	wahrscheinlich	98,2 %	1950,52,54
1,5	nicht gesichert	93,3 %	
2,1	wahrscheinlich	98,2 %	
5,7	stark gesichert	über 99,9 %	
5,0	stark gesichert	über 99,9 %	1950,52,54
5,5	stark gesichert	über 99,9 %	
7,1	stark gesichert	über 99,9 %	
7,5	stark gesichert	über 99,9 %	
4,4	stark gesichert	über 99,9 %	
1,9	wahrscheinlich	97,2 %	1952,54
2,0	wahrscheinlich	97,7 %	
2,4	gesichert	99,2 %	
2,2	wahrscheinlich	98,6 %	
2,4	gesichert	99,2 %	1952,54
1,6	nicht gesichert	94,5 %	
2,3	gesichert	99,0 %	
3,2	stark gesichert	über 99,9 %	
7,1	stark gesichert	über 99,9 %	1950,52,54

Die Gabe fluorhaltiger Tabletten

Hatten wir uns bisher ausschließlich mit der exogenen Beeinflussung des Zahnschmelzes durch Fluoridtouchierungen befaßt, entschlossen wir uns Anfang 1955, auch zu e n d o g e n e r Fluorverabreichung überzugehen - nicht ohne vorher gewissenhaft zu durchdenken, welche Form als die zuträglichste, wirksamste und am exaktesten durchzuführende anzusehen sei.

Im folgenden sollen die verschiedenen Wege aufgezeigt werden, die für eine interne Fluorgabe in Frage kommen, mit Herausstellung ihrer Vor- und Nachteile.

In Amerika fluoridiert man nach wie vor das Trinkwasser in wachsendem Umfange. Aus allen Teilen des amerikanischen Kontinents liegen inzwischen Zahlen vor, daß die Reduktionswerte trotz unterschiedlicher klimatischer Bedingungen übereinstimmend sind. Die Anzahl der Städte, die ihr Trinkwasser künstlich fluoridieren, war 1954 auf über 1000 mit insgesamt 20 Millionen Einwohnern ange-



Anzahl der Städte, die ihr Trinkwasser fluoridieren (1945—1954). (Umzeichnung nach Knutson.)

Abb. 40 (9)

Statistische Feststellungen zur Kariesreduktion bei künstlicher Trinkwasserfluoridierung:

Gemeinde	Beginn	Zeit	Alter	Reduktion in DMF-%
Grand Rapids (Michigan)	1945 Januar	8 Jahre	6	70,8
			7	52,5
			8	49,2
			9	48,1
			10	39,1
Brantford (Ontario)	1945 Juni	7 Jahre	6	59,4
			7	69,5
			8	51,5
			9	46,2
			10	32,9
Newburgh (New York)	1945 Mai	7 Jahre	6	69,4
			7	67,8
			8	40,4
			9	51,4
Evanston (Illinois)	1947 Februar	4 Jahre	6	73,6
			7	56,4
			8	35,4
Sheboygan (Wisconsin)	1946 März	6 Jahre	9-10	35,3
			12-14	29,7

(Mitteilungen der Deutschen Fluorkommission) (67)

Tab.5

wachsen (Abb. 40), darunter Riesenstädte wie New York, San Francisco, Baltimore, Pitsburgh, Indianapolis, Philadelphia und andere, und sicherlich ist die Trinkwasserfluoridierung den anderen Methoden endogener Fluorverabreichung dadurch überlegen, daß derartig angereichertes Wasser automatisch in jedem Lebensabschnitt genossen wird. (Tab. 5)

Die technische Durchführung der Trinkwasserfluoridierung ist weitgehend vereinfacht und so vervollkommnet worden, daß eine regelmäßige und genau dosierte Verteilung des Fluors im Trinkwasser gewährleistet ist. Als Fluorzusatz wird Natriumfluorid (NaF) oder das wohlfeilere Natriumsilikofluorid (Na_2SiF_6) verwandt. Eine Dosiermaschine reguliert die Menge des dem Trinkwasser zuzuführenden Fluors so genau, daß, wie tägliche Kontrollen z.B. in Grand Rapids zeigten, die optimale F-Konzentration mit einem Spielraum von 0,2 ppm eingehalten werden konnte.

Trotzdem lehnten 1955 mehr als 50 nordamerikanische Gemeinden die künstliche Trinkwasserfluridierung ab und 14 Gemeinden unterbrachen sie. Diese Haltung ist in erster Linie darin begründet, daß es noch immer nicht gelungen ist, den Wirkungsmechanismus des endogen gegebenen Fluors zweifelsfrei zu klären. Bedenken erheben sich nicht hinsichtlich des angestrebten Erfolges - der liegt wohl überzeugend genug vor Augen - als vielmehr im Hinblick auf etwaige noch unübersehbare Spätfolgen. Die Argumente sind ähnliche, wie man sie vor Jahren gegen andere Maßnahmen des öffentlichen Gesundheitsschutzes vorbrachte, so z.B. gegen die Chlorierung des Trinkwassers oder gegen die Jodanreicherung des Kochsalzes zur Kropfprophylaxe: damals wie heute fürchtet man, daß der künstlich zugesetzte Stoff sich toxisch kumulieren könne.

Der nötige Fluorzusatz wird, jeweils nach dem bereits vorhandenen natürlichen Fluorgehalt des Trinkwassers und unter Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse variiert. Für Gegenden mit einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 50° Fahrenheit (= 10° C) ist die schon erwähnte Fluorkonzentration von 1,2 ppm gültig, bezogen auf amerikanische Verhältnisse in Relation zu den Bodenverhältnissen, Lebens- und Ernährungsgewohnheiten. Für südlichere Gebiete mit 70° Fahrenheit (= 20°C) als Jahresdurchschnittswert, in denen der Trinkwasserverbrauch infolge der Hitze gesteigert ist, liegt die oberste Grenze der Verträglichkeit bei 0,5-0,6 mg je Liter.

wachsen (Abb. 40), darunter Riesenstädte wie New York, San Francisco, Baltimore, Pittsburgh, Indianapolis, Philadelphia und andere, und sicherlich ist die Trinkwasserfluoridierung den anderen Methoden enteraler Fluorverabreichung dadurch überlegen, daß derartig angereichertes Wasser automatisch in jedem Lebensabschnitt genossen wird. (Tab. 5)

Die technische Durchführung der Trinkwasserfluoridierung ist weitgehend vereinfacht und so vervollkommnet worden, daß eine regelmäßige und genau dosierte Verteilung des Fluors im Trinkwasser gewährleistet ist. Als Fluorquelle wird Natriumfluorid (NaF) oder das wohlfeilere Natriumsilikofluorid (Na_2SiF_6) verwandt. Eine Dosiermaschine reguliert die Menge des dem Trinkwasser zuzuführenden Fluors so genau, daß, wie tägliche Kontrollen, z.B. in Grand Rapids zeigten, die optimale F-Konzentration mit einem Spielraum von 0,2 ppm eingehalten werden konnte.

Trotzdem lehnten 1955 mehr als 50 nordamerikanische Gemeinden die künstliche Trinkwasserfluoridierung ab und 14 Gemeinden unterbrachen sie. Diese Haltung ist in erster Linie damit begründet, daß es noch immer nicht gelungen ist, den Wirkungsmechanismus des zugegebenen Fluors zweifelsfrei zu klären. Bedenken erheben sich nicht hinsichtlich der angestrebten Erfolge - der liegt wohl überzeugend genug vor Augen - als vielmehr im Hinblick auf etwaige noch unübersehbare Spätfolgen. Die Argumente sind ähnlich, wie man sie vor Jahren gegen andere Maßnahmen des öffentlichen Gesundheitsschutzes vorbrachte, so z.B. gegen die Einführung der Trinkwasserchlorung oder gegen die Jodanreicherung des Kochsalzes zur Kropfprophylaxe; damals wie heute fürchtet man, daß der künstlich zugesetzte Stoff sich letztlich kumulieren könne.

Der nötige Fluorgehalt wird, jeweils nach dem bereits vorhandenen natürlichen Fluorgehalt des Trinkwassers und unter Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse variiert. Für Gegenden mit einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 50° Fahrenheit (= 10° C) ist die schon erwähnte Fluorkonzentration von 1,2 ppm günstig. Bezogen auf amerikanische Verhältnisse im Gegensatz zu den Fluorverhältnissen, Lebens- und Trinkwassergewohnheiten. Für heiße Gebiete mit 70° Fahrenheit (= 20° C) als Jahresdurchschnittswert, in denen der Trinkwasserverbrauch infolge des Klimas gesteigert ist, liegt die oberste Grenze der Verträglichkeit bei 0,7—0,8 mg je Liter.

Ein ernstes Problem ist in diesem Zusammenhang die Klärung des Bestehens eines möglichen Jod-Fluor-Antagonismus. V o n F e l l e n b e r g und W e s p i (68) kommen jedoch zu der Überzeugung, daß eine antagonistische Wirkung der Halogene Fluor und Jod und ein kropfauslösender Einfluß nicht eintritt, wenn beide Halogene in genügender Menge zugeführt werden.

Ferner ist die Frage der rechtlichen Zulässigkeit einer solchen Verwandlung des Wassers als des wichtigsten, von den Verbrauchern "naturrein" gewünschten Lebensmittels von nicht zu verkennender psychologischer Tragweite. Nachteile finden sich auch darin, daß die Wasserfluridierung nur in Großstädten mit zentraler Wasserversorgung, nicht jedoch auf dem Lande anwendbar ist, daß Hitzearbeiter Gefahr laufen, infolge ihres höheren Flüssigkeitskonsums auf die Dauer zu viel Fluor zu sich nehmen und schließlich, daß unnötigerweise auch das Industriewasser mit fluoridiert wird.

Diese skeptische Einstellung ist die Ursache dafür, daß man sich der Einführung einer generellen Kariesprophylaxe durch eine Fluoridierung des Trinkwassers nach dem Vorbild amerikanischer Städte gegenüber besonders in Europa abwartend verhält.

Eine Trinkwasserfluridierung rein experimentellen Charakters läuft bisher in:

Kassel-Wahlertshausen, 6 000 Personen, seit 2. 12. 1952,
Tiel (Holland), Kontrollstadt Culemborg, 10 000 Personen, seit 9. 3. 1953,
Norrköping (Schweden), 28 000 Personen, seit 1953.

Sie ist in Planung begriffen in:

Belgien (Namur), England (Anglesey, Darlington, Kilmarnock, Watford), Jugoslawien (Ljubljana), Österreich (Graz, Salzburg), Saargebiet (Saarbrücken), Ungarn (Gyöngyos).

Sie wurde abgelehnt in:

Westdeutschland (Berlin-West, Bremen, Hamburg, Kiel, Lübeck, Ulm), Italien (Rom), Schweiz (Basel, Bern).

In Norwegen und Schweden ist neuerdings ein allgemeines Verbot der Trinkwasserfluoridierung erlassen worden.

Ein ernstes Problem ist in diesem Zusammenhang die Klärung des Bestehens eines möglichen Jod-Fluor-Antagonismus. von Fellenberg und Wespi (68) kommen jedoch zu der Überzeugung, daß eine antagonistische Wirkung der Halogene Fluor und Jod und ein kropfbeeinflussender Einfluß nicht eintritt, wenn beide Halogene in genügender Menge zugeführt werden.

Ferner ist die Frage der rechtlichen Zulässigkeit einer solchen Verwendung des Wassers als des wichtigsten, von dem Verbraucher "unbewußt" genossenen Lebensmittels von nicht zu verkennender psychologischer Tragweite. Nachteile finden sich noch darin, daß die Wasserfluoridierung nur in Großstädten mit zentraler Wasserversorgung, nicht jedoch auf dem Lande anwendbar ist, daß Mitarbeiter Gefahr laufen, infolge ihres höheren Flüssigkeitskonsums auf die Dauer zu viel Fluor zu sich nehmen und schließlich, daß unnötigerweise auch das Industriewasser mit fluoridiert wird.

Diese skeptische Einstellung ist die Ursache dafür, daß man sich der Einführung einer generellen Kariesprophylaxe durch eine Fluoridierung des Trinkwassers nach dem Vorbild amerikanischer Städte gegenüber besonders in Europa abwartend verhält.

Eine Trinkwasserfluoridierung rein experimentellen Charakters läuft bisher in:

Kassel-Wahlershausen, 6 000 Personen, seit 2. 12. 1952,
Tiel (Holland), Kontrollstadt Culemborg, 10 000 Personen, seit
2. 3. 1953,
Norrköping (Schweden), 20 000 Personen, seit 1952.

Sie ist in Planung begriffen in:

Belgien (Namur), England (Anglesey, Watlington, Kilmarnock, Watford), Jugoslawien (Ljubljana), Österreich (Graz, Salzburg), Saargebiet (Saarbrücken), Ungarn (Szegedin).

Sie wurde abgelehnt in:

Westdeutschland (Berlin-West, Bremen, Hamburg, Kiel, Lübeck, Ulm), Italien (Rom), Schweiz (Basel, Bern).

In Norwegen und Schweden ist neuerdings ein allgemeines Verbot der Trinkwasserfluoridierung erlassen worden.

Andere Möglichkeiten endogener Fluorverabreichung

Der Genuß besonders fluorreicher Nahrungsmittel wäre die natürlichste, weil biologische Form einer erhöhten Fluoraufnahme.

Auch in unserer Nahrung ist, wie wir wissen, Fluor enthalten, wenn auch in außerordentlich geringem Maße. Vor allem finden wir es in den Pflanzen, die der menschlichen Ernährung dienen. Fluorhaltig ist Feldsalat, Mangold, Kopfsalat, Spinat und die Würzkräuter Majoran, Petersilie und Bohnenkraut. Sehr fluorreich ist die Kartoffelschale, während die geschälte Kartoffel nur noch einen ganz niedrigen Fluorgehalt hat. Seefische sind äußerst gehaltvoll. Ein häufig in der Literatur angeführtes Beispiel sei hier erwähnt: Es handelt sich um die Einwohner der Insel Tristan da Cunha im Südatlantik. Sie haben, worauf S o g n n a e s (70) erneut aufmerksam macht, trotz eines fluorarmen Trinkwassers von nur 0,2 F/l eine hohe Kariesresistenz durch vorwiegenden Verzehr von fluorreichen tierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln, die ihnen das Meer bietet - sie ernähren sich fast ausschließlich von Seefischen und Tang als Gemüse.

Wie hoch ist die durchschnittliche tägliche Fluoraufnahme durch die menschliche Nahrung?

A r m s t r o n g und v. F e l l e n b e r g (69) haben sehr genaue Berechnungen darüber angestellt, wie groß der Fluoranteil in unserer Gesamtnahrung (= Kost + Wasseraufnahme) ist. Daraus ist zu entnehmen, daß unsere tägliche Durchschnittskost - ohne Berücksichtigung der täglichen Wasseraufnahme - im allgemeinen sehr konstant 0,25 - 0,30 mg Fluor aufweist, obwohl klar ist, daß Gemüse- und Salatesser mehr, Teigwarenesser weniger ingestieren. Küchengewohnheiten spielen eine nicht unwesentliche Rolle.

Einige Angaben über die Fluorgehalte unserer gebräuchlichsten Nahrungsmittel gibt die umseitige Tabelle. (Tab. 6)

Der Fluorgehalt von Vegetabilien (mg F)

	Schweiz 1948 v.Fellenberg 100g Substanz frisch	trocken	U.S.A. 1946 Robinson 100g Substanz trocken	Frankreich 1948 Truhaut 100g Substanz trocken	UDSSR 1953 Minkh 100g Substanz trocken	Schweden 1955 Neumik 100g Substanz trocken	Deutschland 1955 Gerlicke 100g Substanz trocken
Apfel	0,005	0,021		0,21			
Aprikose	0,002	0,008		0,014 fr.			
Banane				0,065			
Birne	0,006	0,031		0,034 fr.			
Blumenkohl	0,012	0,036					
Bohnen	0,015	0,101	0,32	0,101		0,1-0,2	
Bohnen weiß				0,17-0,20			
Buchweizenmehl					0,20-0,40	0,1-0,3	
Champignon				0,84 fr.			
Zitrone	0,003			0,0174 fr			
Endiviensalat				0,02 fr.			
Erbse	0,029		0,033	0,026-0,669		0,1-0,2	
Erdbeere				0,018			
Erdnußkerne			0,15				
Feigen				0,02 fr.			
Feldsalat		0,518					
Gerste						0,02-0,15	0,043-0,48

	Schweiz 1948 v.Fellenberg 100g Substanz frisch	Schweiz 1948 v.Fellenberg 100g Substanz trocken	U.S.A. 1946 Robinson 100g Substanz trocken	Frankreich 1948 Truhaut 100g Substanz trocken	UDSSR 1955 Minkh 100g Substanz trocken	Schweden 1955 Nesnik 100g Substanz trocken	Deutschland 1955 Gericke 100g Substanz trocken
Gurke				0,2 fr.			
Haselnüsse	0,003	0,003		0,03			
Hafer	0,025	0,029		0,029	0,12-0,32	0,01-0,06	0,018-0,07
Heidelbeere	0,02	0,012					
Himbeere				0,020			
Hirse	0,080	0,091		0,02-0,09			
Johannisbeere	0,012	0,069		0,069			
Kaffee				0,02 fr.			
Kakao				0,05			
Karotten	0,022	0,200					
Kartoffel	0,007	0,035		0,03		0,05-0,6	
Kirsche	0,018	0,061		0,061			
Kohl	0,015	0,150		0,34	0,14-0,20		
Kohlrübe			0,70		0,20-0,32		
Kopfsalat	0,030	0,445	1,13				
Kresse	0,024	0,438		0,1 fr.			
Kürbis				0,01 fr.			
Lattich				1,13			
Linsen	0,023	0,026		0,026			
Mais	0,062	0,070		0,070			

	Schweiz 1948 v.Fellenberg 100g Substanz frisch	Schweiz 1948 v.Fellenberg 100g Substanz trocken	U.S.A. 1946 Robinson 100g Substanz trocken	Frankreich 1948 Truhaut 100g Substanz trocken	UDSSR 1953 Minkh 100g Substanz trocken	Schweden 1955 Nommik 100g Substanz trocken	Deutschland 1955 Gericke 100g Substanz trocken
Mais				0,10			
Mandeln	0,009	0,009		0,024			
Majoran	0,192	0,868					
Melone				0,02 fr.			
Möhre				0,84	0,30		0,014-0,06
Orange				0,018			
Petersilie	0,104	0,873	1,13	1,13			
Pfirsiche				0,024 fr.			
Pflaumen	0,002	0,010		0,010			
Quitte	0,006	0,037		0,037			
Reis	0,067	0,075		0,05-0,07			
Rettich				0,06 fr.			
Rhabarber				0,04 fr.			
Roggen				0,034-0,13	0,16-0,30	0,03-0,10	0,042-0,71
Roggenmehl	0,061	0,069			0,49-0,39		
Rübe			0,43	0,25			
Runkelrübe				0,609	0,27		
Salat							0,018-0,042
Sellerieknaut	0,07	0,570	0,85	0,57			

	Schweiz 1948 v.Fellenberg 100g Substanz frisch	Schweiz 1948 v.Fellenberg 100g Substanz trocken	U.S.A. 1946 Robinson 100g Substanz trocken	Frankreich 1948 Trahaut 100g Substanz trocken	UDSSR 1953 Minih 100g Substanz trocken	Schweden 1955 Nommik 100g Substanz trocken	Deutschland 1955 Cäricke 100g Substanz trocken
Sojabohne				0,67			
Spargel				0,048			
Spinat			2,83	0,797			0,044-0,64
Stachelbeere	0,011	0,072					
Steinpilz				0,61			
Tee				0,07-39,88		8-20	
Tomate	0,009	0,137		0,24			
Traubensaft	0,009			0,0093			
Wassermelone				0,063 fr.			
Weinkraut	0,009	0,164		0,016 fr.			
Wein				0,006			
Weizen	0,070	0,080		0,53	0,16-0,20	0,04-0,15	0,018-0,315
Weizenmehl	0,027	0,031		0,035	0,20		
Weizenkeime	0,088	0,10					
Winterspinat	0,044	0,380					
Zucker				0,032			
Zuckerrübe			0,33				
Zwiebel	0,024	0,240		0,24			

(Nach den Mitteilungen der Deutschen Fluorkommission) (71)

Wir erkennen daraus, daß der verlangte biologische Schwellenwert von 1 mg täglicher Fluorzufuhr durch unsere Normalernährung bei weitem nicht erreicht wird.

Fluoranreicherung der Pflanzen durch Düngung: Es wäre nun zweifellos die biologisch wertvollste Methode, wenn es gelänge, die für die menschliche Kost wichtigsten Pflanzen durch geeignete Düngung derart mit Fluor aufzuwerten, daß die Minimalaufnahme durch die Ernährung gesichert ist. Aber auch dieser Versuch ist problematisch genug. Die Pflanze nimmt Fluor aus dem Boden nur bis zu einer sehr schnell eintretenden Sättigung auf. Das haben ausgedehnte Experimente, zuletzt noch durch M o r g e n r o t h (72) bestätigt. Man beobachtete dabei, daß viele Pflanzen derselben Gattung, die auf fluorarmem und auf fluorreichem Boden gewachsen waren, keinen Unterschied in ihrem Fluorgehalt zeigten. Besonders Roggen, Gerste, Buchweizen scheinen unempfindlich für einen Fluorzusatz im Boden zu sein. Versuche zur Anreicherung von Kartoffeln und Roggen - also den sozialen Nahrungsmitteln - laufen gegenwärtig in Herford und Essen-Bredeney. Es würde zu weit führen, hier zu beschreiben, welche chemisch-physikalischen Vorgänge sich dabei innerhalb der Pflanze abspielen.

Für uns ergibt sich vorläufig, daß eine Erhöhung des Fluorgehaltes unserer pflanzlichen Nahrungsmittel über eine künstliche Düngung der Böden nur in geringem Maße zu erwarten sein dürfte.

Fluoridierung des Kochsalzes: Der Vorschlag, das Kochsalz zum Zwecke der Kariesvorbeugung zu fluoridieren, ist mehrfach auch in Deutschland gemacht worden, ähnlich der Kropfprophylaxe durch eine Jodierung des Speisesalzes. Aber auch hier erwachsen Schwierigkeiten mancherlei Art. Kochsalz wird von Erwachsenen in weit höherer Menge konsumiert als von Kindern oder gar von Säuglingen. Es ist daher unmöglich, eine für alle Teile geeignete einheitliche Dosierung des Fluorgehaltes zu finden. Würde man dem Kochsalz eine so große Dosis F beigeben, wie sie dem besonders hohen Fluorbedarf

Abb. 41

Im Handel befindliches Fluor-Vollsalz
in der Schweiz

des Kindes entspricht, so läuft man Gefahr, daß die Erwachsenen infolge ihres viel größeren Salzverzehrs eine übermäßig hohe, unter Umständen bereits toxische Fluormenge einnehmen. Außerdem ist der Salzverbrauch im ganzen stark zurückgegangen und in weiterem Sinken begriffen. Die moderne Medizin beschränkt in vielen Fällen bewußt den Chlornatriumgenuß. Schulkinder bekommen wenig, Kleinkinder praktisch kaum Salz. Eine prophylaktische Wirkung auf die Entwicklung der kindlichen Zähne wäre auf diese Weise also nur über die werdende Mutter zu erwarten. Man hat deshalb in Deutschland bewußt davon abgesehen, einen solchen Versuch zu machen. Neuerdings wird aber in der Schweiz im Bereich des Kantons Zürich mit Genehmigung der Kantonalregierung eine Salzmischung verkauft, die neben der für die Schweiz obligatorischen Jodzugabe auch Fluor in einer Konzentration von 90 mg je Kilo enthält. Die Bevölkerung hat die Wahl zwischen dieser auf Rezept erhältlichen Salzsorte und anderen im Handel befindlichen Zusammensetzungen. (Abb. 41) (73)

Von einer generellen Fluoridierung des Kochsalzes ist aus den genannten Erwägungen heraus abzuraten, obwohl zugunsten der Salzfluoridierung die Ansicht geltend gemacht wird, daß der Verzehr von Salz weniger variabel sei als der Konsum von Trinkwasser.

Fluoridierung der Milch: Auch eine Fluoridierung der Milch dürfte in der Praxis undurchführbar sein. Zwar würden durch eine generelle Fluoridierung der Milch besonders jene Personengruppen mit Fluor versorgt werden, die es am notwendigsten brauchen, also werdende und stillende Mütter, Säuglinge und Kinder. Doch kann die bäuerliche Bevölkerung, die die Milch vom eigenen Hofe genießt,

---

Man dachte wohl auch an eine Fluoridierung des Brotsalzes anstelle einer Fluoridierung des Salzes schlechthin oder an eine Fluorzugabe zum Streichwasser beim Backprozeß zur Fluoridierung der Brotkruste. Dieser letzte Vorschlag schied aus, weil dazu das in höheren Konzentrationen giftige Fluor hätte in die Hand von Laien gegeben werden müssen.

den Kindes entspricht, so läuft man Gefahr, daß die Erwachsenen infolge ihres viel größeren Salzverzehrs eine Überdosis holen. Unter Umständen bereits toxische Fluormengen einnehmen. Außerdem ist der Salzverbrauch im ganzen stark zurückgegangen und im weiteren Sinken begriffen. Die moderne Medizin beschränkt in vielen Fällen bewußt den Chlornatriumkonsum. Schulkinder bekommen wenig, Kleinkinder praktisch kein Salz. Eine prophylaktische Wirkung auf die Entwicklung der kindlichen Zähne wäre auf diese Weise also nur über die werdende Mutter zu erwarten. Man hat deshalb in Deutschland bewußt davon abgesehen, einen solchen Versuch zu machen. Neuerdings wird aber in der Schweiz im Bereich des Kantons Zürich die Verordnung der Kantonalregierung eine Salzmischung verkauft, die neben der für die Schweiz obligatorischen Jodzugabe auch Fluor in einer Konzentration von 90 mg je Kilo enthält. Die Bevölkerung hat die Wahl zwischen dieser auf Rezept erhältlichen Salzsorte und anderen im Handel befindlichen Zusammensetzungen. (Abb. 43) (75)

> Von einer generellen Fluoridierung des Kochsalzes ist man
> den genannten Erwägungen heraus abgerückt, obwohl zugunsten
> der Salzfluoridierung die Ansicht geltend gemacht wird, daß
> der Verzehr von Salz weniger variabel sei als der Konsum
> von Trinkwasser.

Fluoridierung der Milch: Auch eine Fluoridierung der Milch dürfte in der Praxis undurchführbar sein. Zwar würden durch eine generelle Fluoridierung der Milch besonders jene Personengruppen mit Fluor versorgt werden, die es am notwendigsten brauchen, also werdende und stillende Mütter, Säuglinge und Kinder. Doch wäre die bäuerliche Bevölkerung, die ihre Milch vom eigenen Hofe genießt.

Man dachte wohl auch an eine Fluoridierung des [illegible] anstelle einer Fluoridierung des Salzes schlechthin oder an eine [illegible] aus Streichwasser beim Zuckerguss zur Fluoridierung der Brotkrume. Dieser letzte Vorschlag schied aus, weil man den in höheren Konzentrationen giftige Fluor nicht in die Hand von Laien gegeben werden könne.

damit nicht erfaßt werden. Es ist ferner nicht möglich, den F-Gehalt der Milch so einzustellen, daß größere Kinder die für sie erforderlichen 1,0 mg F und Säuglinge, die doch eher mehr Milch trinken, die für ihr Körpergewicht errechnete Menge von nur 0,25mg F erhalten. Auch können die täglichen Kontrollen des F-Gehaltes bei der Milch nicht auf kolorimetrischem Wege wie bei der Trinkwasserfluoridierung erfolgen. Sie sind sehr schwierig und würden für jede Molkerei die Anschaffung eines chemischen Labors und die Anstellung eines Chemikers nötig machen.

Außerdem unterliegt die Milch dem Nahrungsmittelgesetz und darf nicht denaturiert werden, und für eine Gesetzesänderung würde wohl kaum jemand die Verantwortung übernehmen. Trotzdem sind in Winterthur in der Schweiz Großversuche zur Fluoridierung der Schulmilch im Gange.

Eine allgemeine Fluoridierung der Milch dürfte aber im Augenblick noch nicht vertretbar sein.

Die Medikation fluorhaltiger Tabletten: Als letztes Mittel der endogenen Fluorprophylaxe bleibt noch die regelmäßige Verabreichung fluorhaltiger Tabletten zu besprechen, eine Form der Gabe, die in fast allen Landesteilen der Schweiz angewandt wird und sich bewährt.

Sie hat von allen Methoden der endogenen Fluoridierung die genaueste und individuellste Dosierungsmöglichkeit und damit das geringste Gefahrenmoment. Durch die Abgabe von Fluortabletten an Schulkinder kann auch die Landbevölkerung mit einbezogen werden. Diese Art der Fluordarreichung wurde in der Schweiz in so großem Umfange erprobt, daß ihre Unschädlichkeit und Wirksamkeit bewiesen ist. Bei der Durchführung kann man deshalb auf den dort gesammelten Erfahrungen fußen. Die Kosten der Fluortablettengabe sind nicht so hoch als die einer Wasserfluoridierung oder anderer Maßnahmen der Fluorprophylaxe.

Den Einbau des endogen zugeleiteten Fluor-Ions in den Schmelz haben A r m s t r o n g , V o l k e r t , S y r r i s t , K n a p p w o s t , R a t h j e , P e r d o o k u.a. (74) in der Theorie zu erklären versucht. Die exakten Nachweise sind aus mannigfachen Gründen äußerst erschwert. Liegt jedoch das Fluor-Ion beider Bildung der Zahnhartgewebe vor und findet es sich im richtigen Verhältnis zu den anderen Haupt- und Spurenelementen, vor allem zu Calcium, Phosphor, Magnesium und den Vitaminen A und C, so erlangen die Zahnhartsubstanzen eine optimale Zusammensetzung durch hinreichenden primären Einbau des Fluor-Ions in das Apatitgitter.

Es ist also wichtig, daß das abgewogene Verhältnis aller Bausteine zueinander zu dem Zeitpunkt vorhanden ist, wo die Mineralisationswege sich abzuzeichnen beginnen. Dies geschieht bereits vor der Amelogenese, also zu einer Zeit, zu der noch keine Ameloblasten gebildet sind. Tritt in diesem Stadium eine Beeinträchtigung der Schmelzepithelbildung durch F-Mangel ein, so markiert sich dies später als Verkalkungsstörung.

Die Mineralisation des Schmelzes ist die wesentliche Wirkung des endogen gegebenen Fluor-Ions. Als Hochleistungselement sind ihm darüber hinaus noch weitere Effekte zuzuschreiben. Diese richten sich einmal gegen die Bakterien und Säurebildner der Mundhöhle, zum anderen auf die Enzyme, also auf eine ganze Reihe Vorgänge innerhalb des Mundmilieus, die von bestimmendem Einfluß auf die Zahnhartgewebe sind. Ob dabei ein Unterschied in der Ionenwirkung der organischen und der anorganischen Fluorverbindung besteht, bedarf noch der Nachprüfung.

H e l d (75) formuliert, gestützt auf die heutigen Kenntnisse, seine Auffassung über die Fluortabletten:

1. Das in Tablettenform eingenommene Fluor wird resorbiert, gelangt in die Blutbahn und wird in die Zahnhartsubstanz eingebaut.
2. Für die Kariesprophylaxe mit fluorhaltigen Tabletten dürfen nur Verbindungen verwendet werden, deren Resorbierbarkeit zahlenmäßig genau bekannt ist, damit die aequivalenten Fluordosen, bezogen auf die praktisch 100 %ige Resorption von prophylaktischen Dosen von NaF in Lösung genau berechnet werden können.

3. Nebenwirkungen, die der Tablettenform zuzuschreiben wären, sind keine bekannt.
4. Sichere Vorteile bietet die Tablettenprophylaxe insofern, als sie eine individuelle genaue Dosierung nach Alter und Gewicht erlaubt und bezüglich der quantitativen Regelmäßigkeit der täglichen Fluoraufnahme bestimmt größere Gewähr bietet als jede andere Art der Prophylaxe.
5. Bei der Berechnung der prophylaktischen Tablettendosierung kann der Fluorgehalt der festen Nahrung unberücksichtigt bleiben. Gedeckt muß nur das Wasserdefizit werden, wobei 1 mg Fluor pro mille als Norm gelten kann.
6. In jedem Falle muß der genauen Dosierung peinlichste Aufmerksamkeit gewidmet werden, da die prophylaktische Breite gering ist.

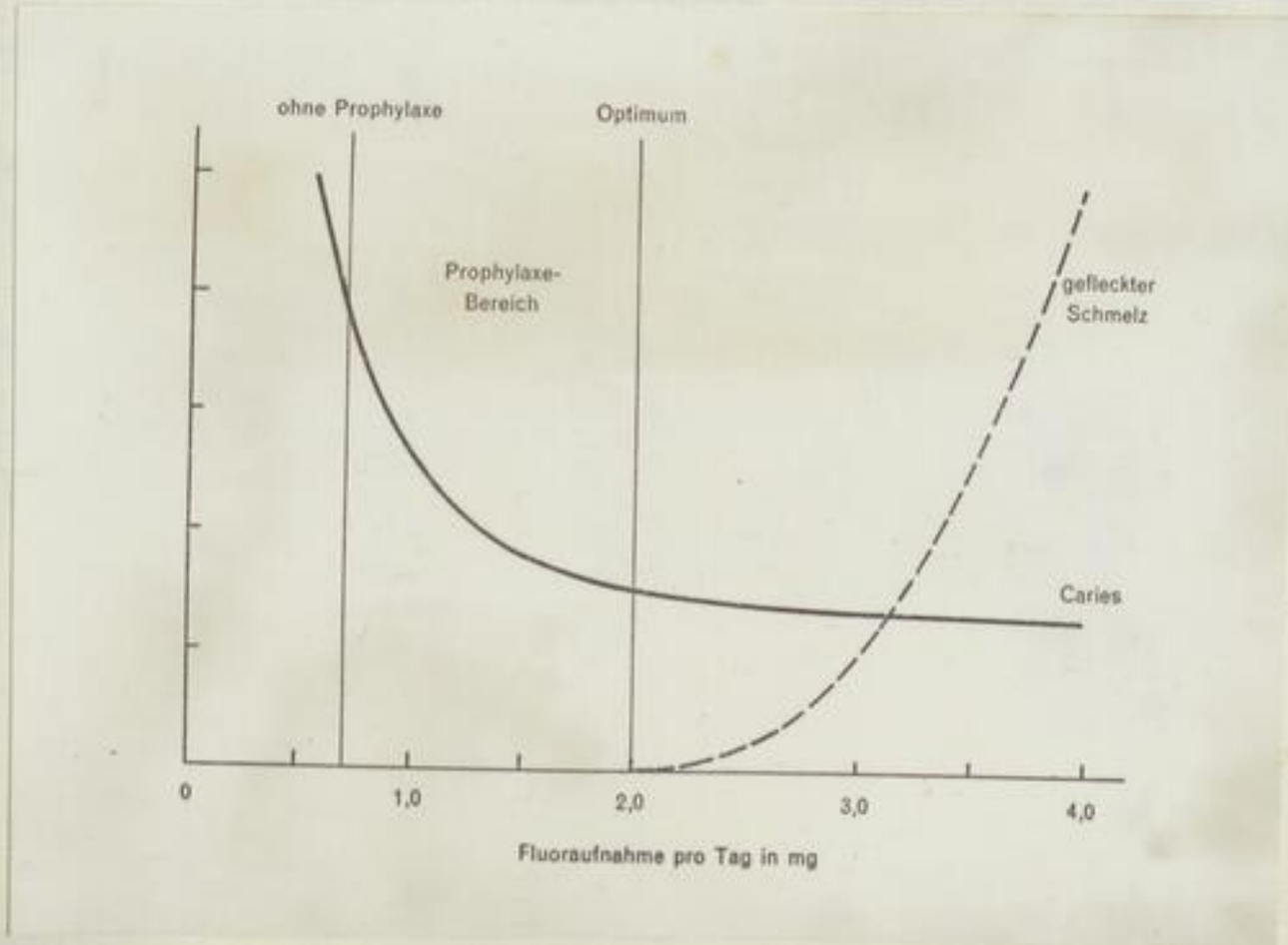
Die bisher vorliegenden Ergebnisse der Fluortablettengaben in der Schweiz sind sehr ermutigend. Untersuchungen, die in den Kantonen Waadt, Genf und Zürich vorgenommen wurden, bestätigen eine eindeutige Fluoranreicherung in den extrahierten Milchzähnen von Kindern, die Fluor in Form von Tabletten genossen hatten. Bei orthodontisch angezeigten symmetrischen Extraktionen an 8-12 jährigen Jugendlichen wurde vorerst nur einseitig extrahiert und der Fluorgehalt in mg% der Asche bestimmt. Darnach erhielten die Kinder während 4-8 Monaten täglich 1,5-2,5 mg NaF in Tablettenform. Darauf erfolgte die Entfernung des korrespondierenden Zahnes. Die Zunahme des Fluorgehaltes im Zahnhartgewebe war in jedem Falle überzeugend und variierte von 11-120 %. In Tablettenform verabreichtes Fluor wird also nicht nur resorbiert, sondern auch in die Zahnsubstanz eingebaut. (76, 77, 78)

Ende 1954 teilte man in den Schulen von über 1 000 Gemeinden der Schweiz bereits Fluortabletten aus. Jedes Kind empfängt dort schultäglich durch den Lehrer 1 mg F in Tablettenform. Wird die Tablettengabe in Bezug auf Regelmäßigkeit und Menge sorgfältig überwacht, so hat dieser Behandlungsmodus den Vorteil einer sehr genauen Dosierung.

Um den größtmöglichen Erfolg zu erreichen, muß die Einnahme der Fluortabletten von den ersten Lebensmonaten an bis zum 12. Lebensjahr zielbewußt durchgehalten werden. Ja, sie setzt zweckmäßig schon bei der werdenden Mutter ein. Untersuchungen von H e l d (79) besagen, daß Fluor die Plazenta zu passieren vermag. Im Zusammenhang mit der Medikation endogener Fluordosen konnte H e l d durch gleichzeitige Prüfung von Mutter- und Foetalblut die lange umstrittene Frage der plazentären Transmission des Fluors beweisen. Weitere Beobachtungsreihen von ihm ergaben, daß mit zusätzlicher Fluorzufuhr während der Laktationsperiode auch ein erhöhter Fluorgehalt in der Muttermilch parallel geht.

H e l d und P i g u e t (80) stellten 1954 - 3 Jahre nach Beginn der Schweizer Großaktion - einwandfrei fest, daß bei den Kindern, die an der Prophylaxe teilgenommen hatten, die Kariesfrequenz, bezogen auf die Zahnflächen der Incisivi, Canini, Praemolaren und 2. Molaren, nur noch 0,678 % betrug, gegenüber der unbehandelter Vergleichskinder mit 4,41 %. Da die Tablettenverabreichung erst im Alter von 5-6 Jahren anlief, zu einem Zeitpunkt also, wo die Entwicklung der Kronen der Sechsjahrmolaren schon abgeschlossen war, wurden diese Zähne besonders gewertet, da man von Anfang an voraussah, daß sie einen relativ geringen Gewinn von einer endogenen Fluormedikation haben würden. Trotzdem betrug die Karieshemmung des 1. Molaren 13 %.

Von allen Formen endogener Medikation glauben wir in der Gabe von Fluortabletten die individuellste Art der Verabreichung und die genaueste Dosierungsmöglichkeit vor uns zu haben. (Abb. 42)



nach Wespi (73,S.21)

Abb. 42

Nach diesen in der Schweiz gemachten günstigen Erfahrungen bereitete ich auf Anregung von Herrn Prof. Dr. Dr. Reichenbach eine Fluortablettenverabreichung an Schulanfänger des Stadtkreises Halle vor.

Nach Übereinkunft mit den örtlichen Gesundheitsbehörden und dem Amt für Volksbildung und in persönlicher Rücksprache mit den Schulleitern konnte ich veranlassen, daß sich eine Anzahl Hallenser Grundschulen verständnisvoll in den Dienst der prophylaktischen Maßnahme stellten. Die Verabreichung von Fluortabletten erfolgt schultäglich durch die Klassenlehrer. Die Eltern wurden vorher durch ein Merkblatt unterrichtet und ihre Einwilligung auf einem anhängenden Schein eingeholt. (Abb. 43)

Leider war die Zahl der für die Tablettengaben in Betracht kommenden Kinder mit Rücksicht auf die verfügbaren Mittel anfänglich noch beschränkt. Auf die fast ausnahmslose elterliche Zustimmung hin wurde im Januar 1955 mit zunächst 400 Schulanfängern des Geburtsjahrganges 1947/48 begonnen. 400 gleichaltrige, nach Möglichkeit nach gleichen sozialen und medizinischen Gesichtspunkten ausgewählte Kinder bilden die erforderliche Vergleichsgruppe. Im Januar 1956 konnten aus Mitteln eines für die Fluortablettenaktion erteilten Forschungsauftrages 1 200 Schulanfänger des Geburtsjahrganges 1948/49 in die Prophylaxe einbezogen werden, so daß jetzt etwa 1 600 6-8 jährige Hallenser Grundschüler mit Fluortabletten versorgt werden.

Überlegungen zur Dosierung der Fluortablettengabe in Halle

Die kariesprotektive Dosis des Fluors ist, wie wir wissen, da optimal, wo zusätzlich zur Normalnahrung Wasser mit 1,0 mg Fluor getrunken wird oder - wie es von Experten der Fluorforschung in

Abb. 43

An die Eltern!

Durch unsere moderne, verfeinerte Ernährung werden dem kindlichen Organismus wichtige Stoffe vorenthalten, u. a. das Element FLUOR, das für den Aufbau von Knochen und Zähnen unentbehrlich ist.

Zur Verhütung von Mangelschäden beabsichtigt die Jugendzahnklinik der Stadt und des Bezirkes Halle/S. – auf Grund der aus anderen Ländern vorliegenden günstigsten Erfahrungen – die kostenlose tägliche Verabreichung von fluorhaltigen Tabletten an Kinder bestimmter Altersgruppen durch die Schule.

Wenn Sie, liebe Eltern, mit der Teilnahme Ihres Kindes an dieser Aktion einverstanden sind, bitten wir Sie, auf dem anhängenden Abschnitt durch Ihre Unterschrift Ihre Zustimmung zu geben und den Schein dem Klassenlehrer zurückzureichen.

Jugendzahnklinik
der Stadt und des Bezirkes Halle (Saale)
Halle (Saale), Große Steinstraße 19

Ich bin einverstanden, daß mein Kind

Vorname: ..... Zuname: .....

geb.: ..... Wohnung: .....

Schule: ..... Klasse: .....

an der für mich kostenlosen Verabreichung von Fluortabletten teilnimmt.

Halle (Saale), den ..... 195....

.....
Unterschrift des Erziehungsberechtigten

IV/10/6 Pz 1222 56 2000

einem Team-Work anläßlich der Genfer Tagung der Europäischen Arbeitsgemeinschaft für Fluorforschung und Kariesprophylaxe 1955 ausgedrückt wurde: die optimale Menge errechnet sich nach der Formel

natürliches Trinkwasserfluor
\+ Nahrungsfluor
\+ Tablettenfluor

---

ca. 1,5 mg Fluor pro die

Es erübrigt sich zu sagen, daß bei Tablettenfluoridierung alle anderen Fluormaßnahmen auszuschließen sind.

Aus diesen Betrachtungen resultiert als erstes die Notwendigkeit der Bestimmung des Fluorgehaltes im örtlichen Trinkwasser. Nach einer Analyse, die K n a p p w o s t (Zahnärztliches Institut der Universität Tübingen) vornahm, enthält das Trinkwasser im Versorgungsnetz Halle 0,30 mg Fluor je Liter. Da die Fluorzufuhr durch die feste Nahrung nach A r m s t r o n g und v o n F e l l e n b e r g (81) ziemlich gleichbleibend mit 0,25-0,35mgF pro die angesetzt werden kann, ergibt sich für Halle folgende Fluordosis:

Trinkwasserfluor	0,30 mg pro die
Nahrungsfluor	0,35 mg " "
Tablettenfluor	0,75 mg " "
Gesamtfluormenge	1,40 mg " "

Wir sind damit innerhalb der Grenzen, die jede toxische Wirkung unbedingt ausschließen, andererseits aber eine Gewähr für eine optimale Kariesprophylaxe bieten (s. Seite 100). Die geringen jahreszeitlichen und durch die wechselnde Ernährung hervorgerufenen Schwankungen im Fluorgehalt dürfen dabei nach H e l d (82) unberücksichtigt bleiben, um so mehr, als hier das Fluor organisch gebunden vorliegt und seine Resorption nicht in demselben Maße durch den Körper geschieht wie aus dem Trinkwasser oder der peroralen Einzelgabe.

Auch bei letzterer besteht ein Unterschied in der Resorbierbarkeit gegenüber dem mit dem Trinkwasser ingestierten Fluor. Nach den Feststellungen von H e l d (83) wird von den in fester Form eingenommenen Fluoriden prozentual weniger resorbiert als von den in gelöstem Zustand. Nur 80 % des in fester Konsistenz verabreichten NaF wird vom Organismus verwertet, eine Tatsache, die bei der Bestimmung der täglichen Dosis ebenfalls zu beachten ist.

H e l d s Umrechnungsskala unterstützt uns bei der Errechnung der Fluortablettengaben. Seine Tabelle bezieht sich auf einen F-Gehalt des Trinkwassers von 0,1 mg F. (83)

Umrechnungsskala für 0,1 mg F % (nach Held)

Alter Jahre	Körper-gewicht in kg	Fluor-Einnahme bei 1 mg F/l	Defizit bei 0,1 mg F/l	Bedingt mg F in Form von NaF-Tabl.	Zahl der NaF-Tab. zu 0,25 mg F
1-3	8-16	0,39-0,56	0,35-0,50	0,44-0,63	2
4-6	13-24	0,52-0,745	0,45-0,67	0,56-0,84	2 - 3
7-9	16-35	0,65-0,93	0,56-0,84	0,73-1,05	3 - 4
10-12	25-54	0,81-1,165	0,73-1,05	0,91-1,32	4 - 5

Umrechnung auf den Fluorgehalt des Hallenser Trinkwassers mit 0,30 mg F/l:

Umrechnungsskala für 0,3 mg F % (nach Held)

Alter Jahre	Körper-gewicht in kg	Fluor-Einnahme bei 1 mg F/l	Defizit bei 0,3 mg F/l	Bedingt mg F in Form von NaF-Tabl.	Zahl der NaF-Tabl. zu 0,25 mg F
1-3	8-16	0,39-0,56	0,27-0,39	0,35-0,49	2
4-6	13-24	0,52-0,745	0,36-0,52	0,45-0,65	2
7-9	16-35	0,65-0,93	0,46-0,65	0,54-0,81	2 - 3
10-12	25-54	0,81-1,165	0,57-0,82	0,70-1,05	3 - 4

Von dieser Skala kann für jedes Alter die in Frage kommende optimale prophylaktische Dosis und die täglich zu gebende Tablettenzahl abgelesen werden. Sie beläuft sich für unsere 6 - 9-jährigen auf 3 Tabletten zu 0,25 mg pro die. Mit einer zusätzlichen Fluorverabreichung in dieser Höhe ist nach den bisher bekannten Erfahrungen ein zuverlässiges und positives Ergebnis zu erwarten, da sie die tägliche Fluorzufuhr auf rund 1,4 mg steigert. Diese Menge wird als das Optimum einer kariesprophylaktischen Dosierung erachtet und kann als absolut unbedenklich gelten. Sie ist in vielen Orten der Erde dauernd im Trinkwasser vorhanden, ohne daß es dabei zu spontanen Störungen der Gesundheit käme. Selbst die Gefahr einer kosmetischen Beeinträchtigung durch Schmelzflecken kann bei der gewählten Dosierung ausgeschlossen werden. Müssen wir doch überdies in Rechnung stellen, daß die Tabletten schultäglich verteilt werden, also - unter Fortfall der Feiertage und der Ferien - an rund 200 Tagen des Jahres. Wichtig ist nach H e l d (84) nur, daß die Totalfluoraufnahme 1,5 - 2,0 mg am Tage nicht überschreiten darf wegen der schmalen Amplitude der dosis optima, daß sie aber hoch genug sein muß, um einen maßgeblichen prophylaktischen Effekt zu sichern. Beide Bedingungen scheinen durch unsere Dosierung weitgehend erfüllt.

Die Herstellung unserer Fluortabletten und ihre regelmäßige Lieferung übernahm der VEB Homöopharm Dr. Willmar S c h w a b e , Leipzig. Jede Tablette enthält

0,25 mg Fluor
0,30 mg Natrium.

Die seit Beginn der Tablettengaben verflossene Zeit ist noch allzu kurz, als daß bereits sichtbare Erfolge zu berichten wären. Außerdem sind die kariösen Zähne fast ausschließlich Sechsjahrmolaren, deren Mineralisation schon abgeschlossen war, als die endogene Fluorverabreichung einsetzte. Trotzdem ist eine geringe Reduktion in den Befunden der Gruppe erkennbar, deren prophylaktische Behandlung 1955 anlief.

Überblick nach 22 Monaten:

Fluorgruppe:

Geburtsjahrgang	Mädchen:		Knaben:		Gesamt:	
	Anzahl der Kinder	neukariöse Zähne	Anzahl der Kinder	neukariöse Zähne	Anzahl der Kinder	neukariöse Zähne
1945/46	13	10	11	8	24	18
1947	99	27	100	31	199	68
1948	43	16	52	32	95	48
Gesamt:	155	63	163	71	318	134

Kontrollgruppe:

Geburtsjahrgang	Mädchen:		Knaben:		Gesamt:	
	Anzahl der Kinder	neukariöse Zähne	Anzahl der Kinder	neukariöse Zähne	Anzahl der Kinder	neukariöse Zähne
1945/46	9	2	5	2	14	4
1947	107	59	101	34	208	93
1948	49	32	47	18	96	50
Gesamt:	165	93	153	54	318	147

Kariesreduktion nach 22 Monaten in der Fluortablettengruppe 8,85 %.

Speicheluntersuchungen

bei unbehandelten und Fluorkindern

Ganz wahrscheinlich liegt eine Teillösung des Kariesproblems in der Beantwortung der Frage, durch welche Faktoren der Bakterienbestand der Mundhöhle quantitativ und qualitativ verändert wird. Verschiedene Autoren schreiben in diesem Zusammenhang dem Fluor einen bakteriostatischen und enzymhemmenden Einfluß zu.

So spricht P r a d e r (85) von einer bakteriziden Wirkung des Fluors im Speichel und K r z y w i c k i (86) deutet ebenfalls auf eine mögliche Änderung der Bakterienbesiedelung der Mundhöhle durch Fluorierungsmaßnahmen hin.

Genaue statistische Untersuchungen im Department of Preventive Dentistry haben nach J a m e s und P a r f i t t (87) den klaren Nachweis der Wechselbeziehungen zwischen Laktobazillenanhäufung und Kariesbefall ergeben, insofern als bei vermehrtem Kariesauftreten auch die Anzahl der in 1 ml nachweisbaren Laktobazillen ansteigt.

Nach Ansicht der sowjetischen Forscher L u k o m s k y und K r z y w i c k i (88) vermindern sich nach der örtlichen Fluoridierung alle Mundorganismen 2 Jahre lang.

Ich stellte mir deshalb die Aufgabe, an unserem Behandlungsgut etwaige Veränderungen der Laktobazillenzahl im Gefolge unserer exogenen und endogenen Fluorprophylaxe nachzuprüfen.

Für die Kariesgenese sind nach der acidogenen Theorie diejenigen Speichelmikroorganismen von Wichtigkeit, die fähig sind, sich im sauren Milieu unter Bildung von Gärungssäuren zu vermehren. In erster Linie sind dies die Lactobacillus acidophilus-Arten mit ihren Symbionten, den Streptokokken der Viridansgruppe, sowie einige Hefen. Zwar sind diese Bakterienarten auch im gesunden Munde anzutreffen, doch wachsen sie dort außerordentlich langsam, da die gesunde Mundhöhle im Gegensatz zur kariesfloriden eine leicht alkalische Reaktion zeigt.

Nach L a m m e r s (89, 90, 91) wirken die Keime der Mundmikroflora antagonistisch aufeinander ein. Als Gegenspieler der Säurebildner reagieren die Staphylococcus albus-Arten, ferner die grammegativen Mikrokokken, die Coryne-Bakterien, die Bakterien der Coli aerogenes-Gruppe, die Proteus pyocyaneus-Bakterien - kurz, die gesamte alkali-tolerante Flora, deren antagonistische Eigenschaften im alkalischen Milieu zunehmen. Für jede Keimgruppe läßt sich ein pH-Bereich finden, das ihr ein Optimum antagonistischer Aktivität verleiht.

H a f e r (92) sagt dazu: "Man kann also ein ganzes Spektrum von Varianten der Mundverhältnisse aufstellen, deren eines Extrem die hochgradig Kariesaktiven darstellen, das andere Extrem die echten Parodontotiker. Am Kariesende werden pH-Werte des Speichels bis zu pH 4,5 gemessen (fast so sauer wie Essig), am anderen Ende Werte bis pH 8,0. In der Mitte findet sich der schmale Bereich der wirklich Gesunden mit neutralem Mundmilieu, dazwischen die ganze Fülle der möglichen Abstufungen und Überschneidungen, in denen sich sämtliche Faktoren auswirken, die zur Gesundheit und Krankheit von Zähnen und Zahnfleisch beitragen."

Im Laufe der Zeit wird das Zusammenspiel zwischen den milieubestimmenden Faktoren eine spezielle Flora im gesunden Munde und eine andere im kranken Munde hervorbringen, da sich alle Einflüsse, die sich über Speichel und Mundmilieu geltend machen, über die vorhandenen Synergismen und Antagonismen auswirken.

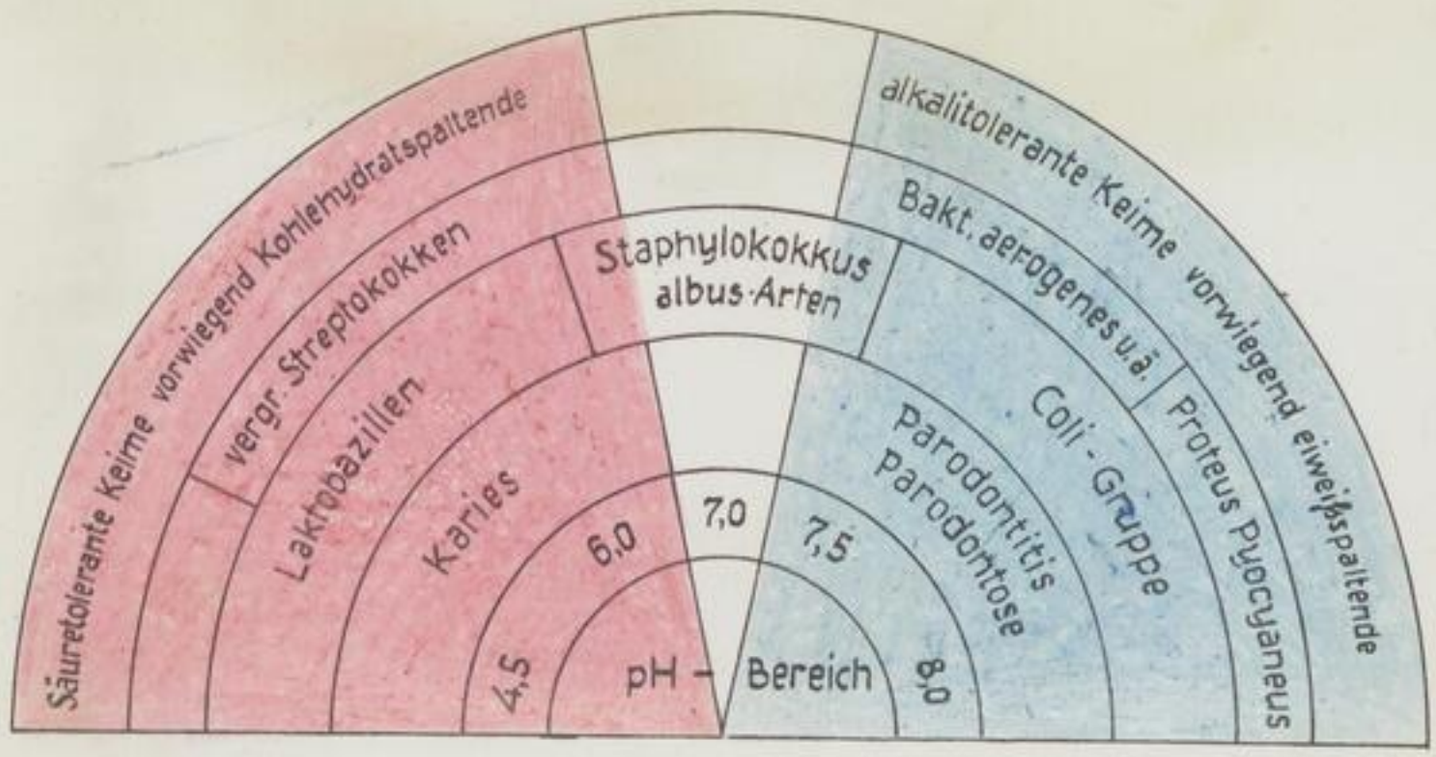
Ich stellte mir deshalb die Aufgabe, an [illegible] wichtige Veränderungen der [illegible] je [illegible] Ökonomen und [illegible] Fleischprodukte nachzuprüfen.

Für die Verdauung sind nach der [illegible] Theorie [illegible] Spaltpilzkeimgruppen von Wichtigkeit, die fähig sind, sich in <u>saurem Milieu</u> unter Bildung von Gärungsprodukten zu vermehren. In erster Linie sind dies die Lactobacillen [illegible] mit ihren Symbionten, den Streptokokken der Viridansgruppe, [illegible] wenige Hefen. Zwar sind diese Bakterienarten auch im gesunden Munde vorhanden, doch wuchern sie dort außerordentlich [illegible], da die [illegible] Mundhöhle im Gegensatz zur [illegible] leicht alkalische Reaktion zeigt.

Nach K n a p p e r (88, 90, 91) setzen die Keime der [illegible] Mikroflora antagonistisch gegeneinander ein. Die Gegenspieler der Säurebildner repräsentieren die [illegible] Albus-Arten, ferner die [illegible] Stäbchen, die Coryne-Bakterien, die Bakterien der [illegible] Gruppe, die Proteus [illegible] Bakterien – kurz, die gesamte alkali-tolerante Flora, deren [illegible] arten in alkalischem Milieu zunehmen. Für jede Keimgruppe läßt sich ein pH-Bereich finden, der ihr ein Optimum [illegible] Aktivität verleiht.

M ü l l e r (92) sagt daher: "Man kann also ein ganzes Spektrum von Varianten der Mundmikroflora aufstellen, deren eines Extrem die hochgradig Kariesaktiven darstellen, das andere Extrem die [illegible] Zahnsteinträger. Am Kariesende wurden pH-Werte des Speichels bis zu pH 4,5 gemessen (fast so sauer wie Essig), am anderen Ende Werte bis pH 8,0. In der Mitte findet sich der normale Bereich der [illegible] Gesunden mit neutralem Mundmilieu, dazwischen die ganze [illegible] der möglichen Abstufungen und Überschneidungen, in denen [illegible] sämtliche Faktoren einwirken, die zur Gesundheit und Krankheit von Zähnen und Zahnfleisch beitragen."

Im Laufe der Zeit wird das Zusammenspiel zwischen den milieubestimmenden Faktoren eine spezielle Flora im gesunden Munde und eine andere im kranken Munde hervorbringen, da sich alle Einflüsse, die sich über Speichel und Mundmilieu geltend machen, über die [illegible] Synergismen und Antagonismen auswirken.



(nach H a f e r) (92)

Abb. 44

Es kann heute nach L a m m e r s (89-91) kein Zweifel darüber mehr bestehen, daß die Karies sich desto lebhafter gestaltet, je weiter sich das mikrobiologische Kräftespiel der Mundhöhle zur Seite der säuretoleranten Keimgruppen verschiebt. Je mehr Gärungssäuren gebildet werden, desto mehr verbessern sich die Nährbodenbedingungen für die säuretoleranten Bakterienarten, was ein rasches Anwachsen der Acidophilusbakterien und verstärkte Kariesbereitschaft zur Folge hat. Je tiefer der pH-Wert, desto größer die fabrizierte Säuremenge, desto höher die Laktobazillenzahl, desto florider die Karies.

Auf die Bedeutsamkeit der Laktobazillen im Speichel als karies-

genetischen Faktor wurde vielerseits seit langem hingewiesen. Anfänglich wurde lediglich beobachtet, daß diese Bazillen bei Vorhandensein von Karies fast stets in großen Mengen im Speichel anwesend sind. Und bald darauf nahm man wahr, daß die Vermehrung der Laktobazillenzahlen bereits ein paar Monate vor dem Auftreten kariöser Läsionen zu bemerken ist, daß also das Vorkommen von Laktobazillen in beträchtlicher Anzahl der klinischen Manifestation voranzugehen scheint.

Auf Grund dieser Erkenntnisse wurde 1933 von J a y , H a d l e y und B u n t i n g (93), der sogenannten Michigan-Forschergruppe, ein Kariestest vorgeschlagen. Dieser Laktobazillentest wird heute noch am häufigsten an Universitätskliniken und den staatlichen Karieskontroll-Laboratorien in Amerika verwendet. Er ist eine wertvolle Bereicherung der praktischen Diagnoseverfahren und gibt einen guten Gradmesser für die Kariesanfälligkeit und eine wichtige Hilfe zur Schätzung des Erfolges kariesprophylaktischer Maßnahmen.

Es mußte also aufschlußreich sein, mit dem Laktobazillentest zu kontrollieren, ob es uns gelang, durch unsere prophylaktischen Reihenbehandlungen die Laktobazillenzahl einzuschränken.

Methodik des Laktobazillentestes

Die Gewinnung der dazu benötigten Speichelproben ist ein vielfach diskutiertes Problem, da ihre Beschaffenheit zahlreichen schwer differenzierbaren Einflüssen unterworfen ist. Der Speichel ändert während des Tagesablaufes ständig seine Zusammensetzung und Quantität. Ruhespeichel ist anders als stimulierter Speichel, der, durch psychische, chemische oder mechanische Reize hervorgerufen, seiner jeweiligen Aufgabe gemäß modifiziert ist. Seine Gehalte an Ca und PO_4 wandeln sich nach Kost und Tageszeit.

Für Untersuchungen ergibt sich daraus die Forderung, die Speichelproben zur gleichen Stunde und unter gleichen Bedingungen zu gewinnen.

Unsere Kinder, die für den AcB-Test ausgewählt waren, kamen deshalb früh ½ 8 Uhr in die Klinik, ohne vorher die Zähne geputzt oder etwas gegessen zu haben, da der Eßvorgang einen zeitweiligen Rückgang der Bakterienzahl im Munde verursacht. Von jedem Kinde wurden mindestens 5 ccm Nüchternspeichel ohne Stimulation gesammelt.

Ich ermittelte bei 225 Kindern von 8 - 14 Jahren die Laktobazillenzahl pro ccm Speichel:

75 Kinder hatten vor 6 bis 8 Monaten ihre letzte lokale Applikation mit Natriumfluorid bez. Silicofluoriden erhalten,

75 Kinder gehörten zu der Gruppe derjenigen, denen 15 Monate Fluortabletten verabreicht worden waren,

75 weitere waren unbehandelt geblieben.

Jede der 3 Gruppen war so zusammengesetzt, daß

25 Kinder ein primär gesundes Gebiß,

25 " ein saniertes Gebiß hatten, während

25 " kariöse Zähne aufwiesen.

1 Kubikzentimeter jeder Nüchternspeichelprobe wurde sofort nach der Entnahme im Verhältnis 1 : 5 mit saurer Dextrosebouillon von pH 5 verdünnt, 2 Minuten energisch geschüttelt und mit sterilem Glasspatel 0,1 ccm auf einer 5 %igen Dextroseagarplatte von pH 5 ausgestrichen. Die Platten ließ ich 96 Stunden lang bei 37° C bebrüten. Nach dieser Zeit konnten die Laktobazillen durch ihre charakteristische Kolonienbildung von anderen Bakterien unterschieden werden und wurden in jedem Falle noch durch Probeabstriche und Färbung nach Gram identifiziert. Die Anzahl der Kolonien wurde mit Hilfe einer gefelderten Folie gezählt und jeweils mit 50 multipliziert. Die erhaltene Zahl entspricht dann der Zahl der Laktobazillen im ccm Speichel. (Abb. 45)

In Abwandlung der amerikanischen Einteilung betrachtete ich:

Laktobazillenzahlen unter	1 000	als	kariesresistent
Laktobazillenzahlen von	1050 - 5 000	"	bedingt kariesresistent
Laktobazillenzahlen von	5050 - 10 000	"	bedingt kariesanfällig
Laktobazillenzahlen über	10 000	"	kariesanfällig

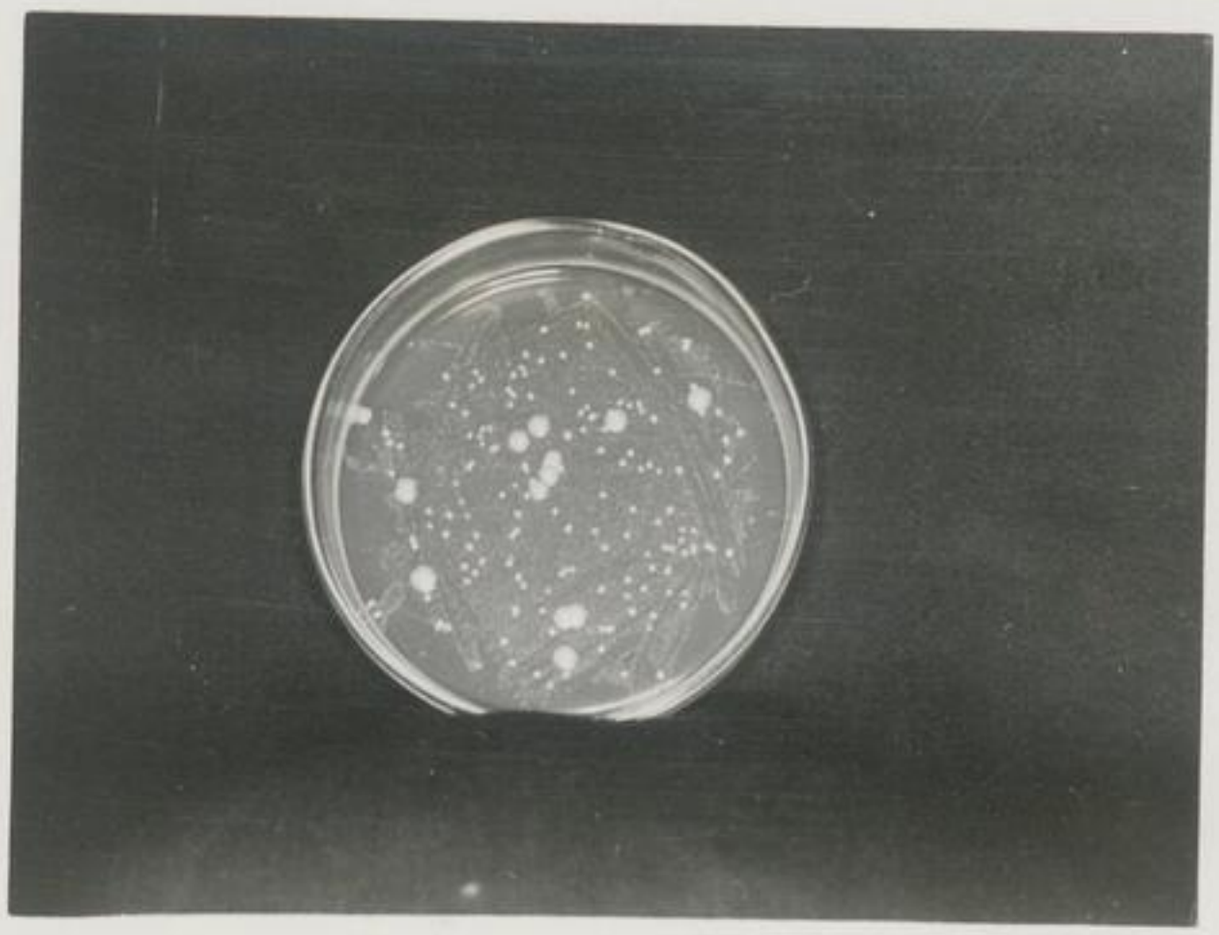


Abb. 45

Laktobazillenkolonien nach 96stündiger Bebrütung

---

270 Nährböden stellte uns die Nährbödenküche des Hygiene-Institutes der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg für unsere speziellen Untersuchungen freundlichst zur Verfügung.

Untersuchungsergebnisse von 225 Probanden, 108 ♀ und 117 ♂:

Aus den folgenden Aufstellungen ist abzulesen, daß in allen 3 Gruppen - der lokal fluorierten, der mit Tabletten versorgten und der unbehandelt gebliebenen - die Laktobazillenzahlen mit zunehmender klinischer Kariesaktivität anstiegen. Sie erwiesen sich da am höchsten, wo unbehandelte kariöse Läsionen vorhanden waren. Doch zeigten verschiedentlich auch Probanden mit saniertem Gebiß (Patientennummern I 21, 27, 42, 47, II 19, 28, 47, 72, III 38, 54, 58, 65, 67) einen positiven Laktobazillenindex, wohl als Kriterium einer auch weiterhin bestehenden hohen Kariesaktivität.

Unter den Resistenten wurden relativ einheitliche Verhältnisse gefunden. Im Gegensatz dazu war bei den Fällen mit frischer Karies die Streubreite der Werte groß. Im allgemeinen jedoch hielten sich die AcB-Indices unserer Gruppen innerhalb mäßiger Grenzen.

Auf die 3 Untersuchungsgruppen aufgegliedert ergibt sich nachstehende Verteilung:

Laktobazillenzahlen (Gesamtzahl)				
	primärgesund	saniert	kariös	Ges.-Zahl
Unbehandelt (75 Probanden)	13 800	135 100	279 300	428 400
Lokale Fluorierung (75 Probanden)	10 050	111 500	283 700	405 250
Tablettenfluorierung (75 Probanden)	7 150	104 750	235 600	347 500

Aufschlüsselung auf die einzelnen Summengruppen:

U n b e h a n d e l t

Summengruppen	Anzahl der Patienten	Laktobazillen-zahl	Durchschnitt
0 - 1 000	30	8 000	267
1 050 - 5 000	19	45 250	2 382
5 050 - 10 000	7	53 100	7 586
über 10 000	19	322 050	16 950

L o k a l e F l u o r i e r u n g

Summengruppen	Anzahl der Patienten	Laktobazillen-zahl	Durchschnitt
0 - 1 000	30	8 100	270
1 050 - 5 000	13	30 600	2 354
5 050 - 10 000	11	77 900	7 082
über 10 000	21	288 650	13 745

T a b l e t t e n f l u o r i e r u n g

Summengruppen	Anzahl der Patienten	Laktobazillen-zahl	Durchschnitt
0 - 1 000	33	7 850	238
1 050 - 5 000	19	50 100	2 637
5 050 - 10 000	4	27 700	6 925
über 10 000	19	261 850	13 782

Statistische Auswertung der Laktobazillenzählungen

An den Anfang unserer Auswertung müssen wir die grundsätzliche Frage stellen:

Bestehen zwischen unbehandelten
primär gesunden und sanierten,
primär gesunden und kariösen,
sanierten und kariösen Gebissen
statistisch echte Unterschiede in den Laktobazillenzahlen?

Vergleichs-gruppen	N_1	N_2	$M_1 \pm m_1$	$M_2 \pm m_2$	Vertrauensgrenze
Ia u. Ib	25	25	552 ± 166	5404 ± 1710	44,6 über 99,9% stark ges.
Ia u. Ic	25	25	552 ± 166	11172 ± 2867	19,2 über 99,9% stark ges.
Ib u. Ic	25	25	5404 ± 1710	11172 ± 2807	8,8 über 99,9% stark ges.

Ergebnis:

Sämtliche Unterschiede innerhalb der unbehandelten Gruppe sind stark gesichert, selbst die zwischen der sanierten und der kariösen Probandengruppe.

Für die statistische Bewertung unserer Ergebnisse aus den Laktobazillenzählungen ergaben sich folgende Fragen:

1. Besteht zwischen den Laktobazillenzahlen bei den primär gesunden Gebissen ein echter Unterschied?

Vergleichsgruppen:

Ia u. IIa: unbehandelt - lokalfluoriert
Ia u. IIIa: unbehandelt - Tablettenfluorierung
IIa u. IIIa: lokalfluoriert - Tablettenflurierung

Vergleichsgruppen	N_1	N_2	$M_1 \pm m_1$	$M_2 \pm m_2$		Vertrauensgrenze
Ia u. IIa	25	24	552 ± 166	419 ± 154	3,4	99,9% gesichert
IIa u.IIIa	25	25	552 ± 166	286 ± 152	6,2	über 99,9% stark ges.
IIa u.IIIa	24	25	419 ± 154	286 ± 152	3,4	99,9% gesichert

Ergebnis für die primär gesunde Gruppe:

1. Die lokale Fluorierung bewirkt einen statistisch echten Unterschied.
2. Die Tablettenfluoridierung erzielt einen stark gesicherten Unterschied.
3. Die günstigere Wirkung der Tablettenfluoridierung gegenüber der lokalen Applikation ist gesichert.

2. Besteht zwischen den Laktobazillenzahlen der sanierten Gebisse ein statistisch gesicherter Unterschied?

Vergleichsgruppen:

Ib u. IIb: unbehandelt - lokalfluoriert
Ib u. IIIb: unbehandelt - Tablettenfluorierung
IIb u. IIIb: lokalfluoriert - Tablettenfluorierung

Vergleichs-gruppen	N_1	N_2	$M_1 \pm m_1$	$M_2 \pm m_2$		Vertrauensgrenze
Ib u. IIb	25	26	5404 ± 1710	4288 ± 1308	2,6	99,6% gesichert
Ib u. IIIb	25	25	5404 ± 1710	4190 ± 1462	2,6	99,6% gesichert
IIb u. IIIb	26	25	4288 ± 1308	4190 ± 1462	0,2	68,3% nicht signifikant

Ergebnis für die sanierte Gruppe:

1. Die lokale Fluoridierung ist statistisch gesichert
2. Die Tablettenfluoridierung ist statistisch gesichert
3. Die Tablettenfluoridierung weist bei der sanierten Gruppe keinen Vorteil gegenüber der lokalen Fluoridierung auf. Der Unterschied liegt im Bereich der Streuung.

3. Besteht zwischen den Laktobazillenzahlen der kariesaktiven Gebisse eine statistische Signifikanz?

Vergleichsgruppen:

Ic u. IIc: unbehandelt - lokalfluoriert
Ic u. IIIc: unbehandelt - Tablettenfluorierung
IIc u. IIIc: lokalfluoriert - Tablettenfluorierung

Vergleichs-gruppen	N_1	N_2	$M_1 \pm m_1$	$M_2 \pm m_2$		Vertrauensgrenzen
Ic u. IIc	25	25	11172 ± 2807	11348 ± 2446	0,3	68,3% nicht gesichert
Ic u. IIIc	25	25	11172 ± 2807	9424 ± 3440	2,0	97,7% wahrscheinlich
IIc u. IIIc	25	25	11348 ± 2446	9424 ± 3440	2,3	98,9% wahrscheinlich

Ergebnis für die kariesaktive Gruppe:

1. Die lokale Fluoridierung ist bei Kindern mit aktiver Karies ohne Einfluß auf die AcB-Zahl.
2. Die Tablettenfluoridierung läßt eine statistisch auffällige Wirkung erkennen.
3. Die Tablettenfluoridierung zeigt den gleichen Vorteil im Vergleich mit der lokalen Applikation.

Allgemein ist also zu sagen:

1. Die Fluoridierung bewirkt bei zahngesunden Probanden ein deutliches Absinken der Laktobazillenzahlen. Die Reduktion wird bei Vorhandensein aktiver Kariesherde wesentlich geringer.
2. Die Tablettenfluoridierung ist von größerer Wirksamkeit als die lokale Applikation, sowohl bei den zahngesunden als auch bei den hochkariesaktiven Gruppen.

I. Unbehandelte Gruppe

a.) Kinder mit primär gesundem Gebiß

Pat.-Nr.	Geschlecht	Alter	Anzahl der Laktobazillen	E K F
2	♀	10	0	0 0 0
6	♀	13	1100	0 0 0
9	♀	8	0	0 0 0
10	♀	11	1300	0 0 0
12	♀	10	0	0 0 0
13	♀	10	1350	0 0 0
14	♀	8	0	0 0 0
15	♂	11	1100	0 0 0
18	♂	12	0	0 0 0
20	♂	12	1050	0 0 0
26	♂	13	0	0 0 0
31	♂	12	0	0 0 0
36	♀	10	4150	0 0 0
39	♀	7	0	0 0 0
40	♀	7	0	0 0 0
41	♀	10	0	0 0 0
42	♂	12	0	0 0 0
45	♂	9	1050	0 0 0
46	♂	10	0	0 0 0
47	♂	9	850	0 0 0
48	♂	7	650	0 0 0

Pat.-Nr.	Geschlecht	Alter	Anzahl der Laktobazillen	E	K	F
53	♀	12	1050	0	0	0
71	♂	16	50	0	0	0
72	♂	8	0	0	0	0
73	♀	13	100	0	0	0
			13800			

b.) Kinder mit saniertem Gebiß

1	♀	7	1550	0	0	2
3	♀	11	500	1	0	2
8	♀	12	1250	1	0	4
11	♀	11	750	0	0	2
17	♂	11	1450	0	0	3
30	♂	10	7850	0	0	5
35	♀	8	950	0	0	3
37	♀	7	0	0	0	1
49	♂	9	6750	0	0	6
43	♂	11	650	0	0	1
38	♀	13	12450	0	0	5
50	♂	13	0	0	0	1
52	♂	12	9000	1	0	7
54	♂	30	11750	1	0	10
56	♂	11	4350	0	0	4
58	♀	16	29550	6	0	11

Pat.-Nr.	Geschlecht	Alter	Anzahl der Laktobazillen	E	K	F
60	♀	14	900	0	0	1
63	♀	13	450	0	0	1
65	♀	14	14950	1	0	5
67	♀	13	11250	0	0	3
68	♂	11	2950	0	0	3
70	♂	9	300	0	0	2
74	♀	17	7150	0	0	4
75	♂	14	3100	0	0	3
69	♀	12	5250	0	0	3
			135100			

c.) Kinder mit kariösem Gebiß

4	♀	8	550	0	1	0
7	♀	10	3250	0	2	0
16	♂	10	7550	0	4	0
19	♂	10	28500	0	2	0
21	♂	9	9550	0	1	1
22	♂	10	4750	0	3	0
23	♂	11	2000	0	2	0
24	♂	10	17550	0	1	2
25	♂	11	18550	0	1	3
27	♂	10	12050	0	2	0
28	♂	10	12500	0	5	0
29	♂	10	11550	0	4	1

Pat.-Nr.	Geschlecht	Alter	Anzahl der Laktobazillen	E	K	F
32	♂	11	21050	0	7	0
33	♂	11	13550	6	6	0
34	♂	10	14050	1	1	2
38	♀	10	800	0	1	0
64	♂	10	4000	0	1	0
66	♂	10	0	0	1	0
44	♂	11	12350	0	3	0
51	♂	11	300	0	1	0
62	♂	15	29750	0	2	11
55	♂	15	17000	1	3	12
57	♀	14	10150	0	4	0
59	♀	15	4450	0	2	4
61	♂	5	23500	0	11	4
			279300			

II. Lokale Fluorierung

a.) Kinder mit primär gesundem Gebiß

Pat. Nr.	Geschlecht	Alter	F-Lösung und Zeitpunkt der Applikation	Anzahl d. Laktobazillen	E	K	F
40	♀	8	Cu-Cervin 54,56	0	0	0	0
5	♂	9	NaF 51,53,55,56	0	0	0	0
7	♂	9	Cu-Cervin 51,53,55	0	0	0	0
10	♀	9	NaF 51,53,55	0	0	0	0
13	♂	14	NaF 50,52,54,56	0	0	0	0
19	♀	8	NaF 52,54,56	1700	0	0	0
22	♂	9	NaF 53,55	0	0	0	0
29	♀	9	NaF 51,53,55	0	0	0	0
36	♀	12	NaF 51,53,55	800	0	0	0
38	♂	8	Cervin 52,54,56	0	0	0	0
39	♀	8	Cervin 53,55	750	0	0	0
41	♂	8	Cervin 54,56	300	0	0	0
43	♂	9	Cervin 53,55	0	0	0	0
52	♂	8	Cervin 55,56	0	0	0	0
53	♀	8	Cervin 53,55	0	0	0	0
59	♀	10	Cervin 53,55	0	0	0	0
62	♂	13	NaF 50,52,54,56	0	0	0	0
64	♀	13	Cervin 51,53,56	1050	0	0	0
70	♂	15	NaF 52,54,56	150	0	0	0
73	♀	14	NaF 50,52,54,56	850	0	0	0
72	♀	14	NaF 50,52,54,56	900	0	0	0

Pat. Nr.	Geschlecht	Alter	F-Lösung und Zeitpunkt der Applikation	Anzahl d. Laktobazillen	E	K	F
74	♂	16	NaF 50,52,54,56	1250	0	0	0
75	♀	8	Cervin 52,54,56	0	0	0	0
25	♂	10	NaF 52,54,56	2300	0	0	0
				10050			

b.) Kinder mit saniertem Gebiß

1	♀	14	NaF 51,53,55,56	1350	0	0	2
2	♀	12	NaF 50,52,54,56	3050	0	0	3
3	♀	9	NaF 54,56	6250	0	0	4
69	♀	14	NaF 50,52,54,56	5750	0	0	6
9	♂	9	NaF 52,54,56	1300	0	0	2
20	♀	9	Cervin 52,54,56	900	0	0	6
24	♀	16	NaF 51,53,55	6050	1	0	2
26	♀	15	NaF 54,56	2300	0	0	4
27	♂	8	Cervin 52,54,56	11650	0	0	2
21	♀	9	Cervin 53,55	21200	0	0	5
32	♂	9	NaF 54,56	150	0	0	4
34	♀	8	Cu-Cervin 52,5456	550	0	0	6
40	♂	9	Cervin 52,54,56	150	0	0	2
42	♂	9	NaF 53,55	11100	0	0	8
48	♂	9	Cervin 52,54,56	700	0	0	3
8	♂	9	NaF 53,55	750	0	0	1
51	♂	9	Cu-Cervin 53,55	850	0	0	2

Pat. Nr.	Geschlecht	Alter	F-Lösung und Zeitpunkt der Applikation	Anzahl d. Laktobazillen	E	K	F
56	♂	13	Cervin 51,53,55	150	0	0	2
57	♀	8	Cervin 54,56	14350	0	0	6
58	♀	9	Cervin 54,56	6100	0	0	3
60	♂	10	Cu-Cervin 53,55	150	0	0	1
61	♂	9	Cu-Cervin 54,56	10000	0	0	8
63	♂	10	Cervin 51,53,55	1350	0	0	2
65	♂	12	NaF 51,54,56	0	0	0	3
67	♂	12	NaF 52,54,56	3500	0	0	4
49	♀	15	NaF 52,54,56	1850	3	0	7
				111500			

c.) Kinder mit kariösem Gebiß

6	♂	11	NaF 52,54,56	10600	0	4	0
11	♂	9	Cu-Cervin 51,53,55	13500	0	8	3
12	♂	9	Cervin 51,53,55	6700	0	1	4
14	♂	8	NaF 54,56	10850	0	12	0
15	♂	8	Cervin 54,56	10200	0	2	5
16	♀	15	NaF 50,52,54,56	14500	0	4	1
17	♀	9	NaF 51,53,55	6750	0	3	1
18	♂	8	Cu-Cervin 54,56	13550	0	0	3
23	♀	10	NaF 50,52,54,56	12350	0	3	7
28	♀	9	Cervin 52,54,56	10500	0	8	0
30	♂	10	NaF 51,53,55	12750	0	4	0
31	♂	8	Cervin 52,54,56	4850	0	9	1

Pat. Nr.	Geschlecht	Alter	F-Lösung und Zeitpunkt der Applikation	Anzahl d. Laktobazillen	E	K	F
33	♂	9	NaF 54,56	7450	0	2	4
35	♂	8	Cervin 54,56	13350	0	4	0
37	♀	8	Cervin 54,56	7200	0	3	0
44	♀	10	Cervin 52,54,56	8000	0	2	4
45	♀	14	Cervin 55,56	10350	0	3	1
46	♀	9	Cervin 52,54,56	7650	0	2	3
47	♀	6	Cu-Cervin 54,56	11050	0	4	9
50	♂	13	NaF 51,53,55	4760	0	2	2
54	♂	9	Cervin 53,55	10100	0	3	6
55	♂	8	Cervin 54,56	19500	0	3	0
66	♀	7	NaF 51,53,55	18550	0	0	4
68	♂	14	NaF 50,52,54,56	24850	0	3	0
71	♂	15	NaF 50,52,54,56	13800	0	3	0
				283700			

III. Tablettenfluorierung

a.) Kinder mit primär gesundem Gebiß

Pat.-Nr.	Geschlecht	Alter	Anzahl der Laktobazillen	E	K	F
1	♂	7	800	0	0	0
3	♀	7	0	0	0	0
12	♀	7	0	0	0	0
13	♀	7	0	0	0	0
20	♂	7	900	0	0	0
29	♂	7	0	0	0	0
32	♀	7	0	0	0	0
42	♂	7	0	0	0	0
44	♀	7	0	0	0	0
48	♀	7	0	0	0	0
49	♀	7	0	0	0	0
52	♀	8	0	0	0	0
53	♀	8	300	0	0	0
62	♂	7	0	0	0	0
63	♂	7	0	0	0	0
64	♂	8	0	0	0	0
65	♂	7	0	0	0	0
66	♀	8	3550	0	0	0
68	♀	8	350	0	0	0
70	♂	7	0	0	0	0
71	♂	7	250	0	0	0

Pat.-Nr.	Geschlecht	Alter	Anzahl der Laktobazillen	E	K	F
73	♂	8	200	0	0	0
74	♂	9	50	0	0	0
46	♀	8	0	0	0	0
54	♀	7	100	0	0	0
			7150			

b.) Kinder mit saniertem Gebiß

2	♂	7	1500	0	0	5
5	♀	8	100	0	0	2
6	♂	8	700	0	0	4
7	♀	7	4650	0	0	5
9	♂	7	1200	0	0	1
10	♂	8	4850	0	0	4
11	♂	7	400	0	0	1
17	♀	7	1150	0	0	2
18	♀	7	2550	0	0	1
19	♀	7	21700	0	0	6
22	♂	8	750	0	0	2
26	♂	7	800	0	0	1
27	♀	7	150	0	0	1
28	♀	8	11350	0	0	2
30	♂	7	700	0	0	2
72	♂	8	21250	0	0	7
75	♀	7	2350	0	0	9

Pat.-Nr.	Geschlecht	Alter	Anzahl der Laktobazillen	E	K	F
56	♀	7	1150	0	0	2
57	♀	7	6900	0	0	6
58	♀	8	1650	0	0	7
59	♀	7	0	0	0	4
60	♀	7	1350	0	0	4
61	♀	8	2850	0	0	8
67	♂	7	12250	0	0	6
69	♀	7	2450	0	0	8
			104750			

c.) Kinder mit kariösem Gebiß

4	♀	7	13800	0	6	2
8	♀	8	10800	0	8	0
14	♀	7	1450	0	4	0
15	♀	7	9600	0	3	1
16	♀	7	10850	0	5	2
21	♀	7	15950	0	3	2
23	♀	7	10200	0	5	2
24	♀	7	11550	0	6	0
25	♂	8	3400	0	3	2
31	♀	7	11600	0	6	0
33	♂	7	14150	0	4	0
34	♂	8	5650	0	3	0

Pat.-Nr.	Geschlecht	Alter	Anzahl der Laktobazillen	E	K	F
35	♂	7	4900	0	3	0
36	♂	8	4000	0	3	0
37	♂	7	10450	0	4	2
38	♂	7	5550	0	4	4
39	♂	8	12400	0	3	0
40	♂	7	650	0	3	6
41	♂	7	11350	0	3	0
43	♀	7	3850	0	4	0
45	♀	7	1250	0	4	0
47	♀	7	15050	0	6	0
50	♀	8	16050	0	3	2
51	♀	7	10600	0	4	0
55	♂	7	20500	0	6	0
			235600			

Statistische Erhebungen zur gelenkten individuellen Kariesprophylaxe durch Fluor

So überzeugend auch die Ergebnisse unserer Versuchsreihen durch lokale Applikation von Fluoriden sein mögen - diese in immerhin begrenztem Rahmen erfolgten Reihenimprägnierungen sind in großem Maßstabe schwer durchführbar. Die Dauer der Touchierung - etwa 1 Stunde insgesamt für die 4 malige Fluorierung einschließlich der vorausgehenden Gebißbürstbehandlung - ist zu lang, als daß die lokale Fluorapplikation für eine M a s s e n p r o p h y l a x e in Betracht käme, obwohl wir uns sehr bald daran gewöhnt hatten, zur Zeitersparnis immer 2 Kinder auf einmal zu imprägnieren, in der Weise, daß das eine auf das Eintrocknen seiner Fluorlösung wartete, während das nächste schon touchiert wurde. Dagegen könnte die lokale Applikation ihren ausgesprochenen Wirkungsbereich in der prophylaktischen Touchierung stark gefährdeter Gebisse finden.

Genau in dem gleichen Bezuge sollten durch vorbeugende Fluortablettengaben nur diejenigen Kinder erfaßt werden, die eine prophylaktische Behandlung besonders dringend benötigen, einmal um die Schulen mit der Tablettenverteilung nicht mehr als erforderlich zu beanspruchen, zum anderen, um eine wahllose, sog. "wilde" F-Tablettenmedikation zu vermeiden.

Es erhebt sich hier die Frage, welche Kinder als erhöht kariesdisponiert anzusehen und in eine solche gelenkte individuelle Prophylaxe einzubeziehen wären.

Zu unserem Leidwesen fehlt uns immer noch der zuverlässige und schnell anzuwendende individuelle Kariestest, der frühzeitig genug die kariesanfälligen von den kariesresistenten Gebissen scheidet, da die klinische Diagnose für unsere prophylaktischen Belange zu spät kommt.

Im Laufe der 6 Jahre meiner kariesprophylaktischen Arbeiten machte sich daher das zwingende Bedürfnis geltend, feinere biologische Entwicklungslinien innerhalb des Kariesgeschehens aufzuspüren und tieferen Einblick in Zusammenhänge zu gewinnen, die für eine gezielte Kariesprophylaxe von Bedeutung sein könnten. Denn das bestürzende Ansteigen der Karies nicht nur in anderen Ländern und Kontinenten, wo der Befall schon bei den Ein- und Zweijährigen einsetzt, sondern auch bei uns in Deutschland, wo sich nach der Ernährungsumstellung der Nachkriegsjahre das gleiche Bild abzuzeichnen beginnt, drängt unausweichlich zu einer weitschauenden Vorsorge. Einer Kariesebbe, wie sie für Kriege und vorübergehende Notzeiten charakteristisch ist, folgte nach einer Latenzzeit von 2-3 Jahren eine neue Kariesflut, deren Ausmaß noch nicht abzusehen ist.

Wir buchten 1955 bei Reihenuntersuchungen von Hallenser Kindergartenkindern im Alter von 3-4 Jahren bereits 10 % von ihnen als an zirkulärer Milchzahnkaries erkrankt; K e ß l e r (94) berichtet im selben Jahr sogar von 13,02 % bei Ulmer Kleinkindern. Auch die Hallenser Schulneulinge der letzten Jahre weisen eine ungewöhnlich hohe Kariesfrequenz auf. Kaum 10 % werden mit noch naturgesundem Gebiß eingeschult. Die Karieskurve unserer Jugendlichen von 1955/56 Überlagert teilweise die von 1954/55. (95, 96, 97)

Untersuchungen von 6 000 Schulkindern

So nahm ich im Herbst 1954 die Vorarbeiten zu einer Großzahlstatistik auf. Ein namhafter Teil der Kinder und Jugendlichen des Stadtkreises Halle wurde bei den jährlichen jugendzahnärztlichen Reihenuntersuchungen einer Kontrolle unterzogen, die in ihren Erhebungen nicht unwesentlich über den im amtlichen Untersuchungsformular vorgesehenen Rahmen hinausging. Neben den üblichen Befunden vermerkte ich vor allem die genaue Lokalisation der einzelnen kariösen Defekte.

Zahnärztliche Massenuntersuchungen haben sich als ein gangbarer Weg der Kariesforschung bewährt, da sich bei der Eigenart der Zahnstruktur, die die Reparation kariöser Schäden ausschließt, bei jeder Durchsicht die Summe der bis dahin angehäuften Defekte feststellen läßt.

Statistisch ausgewertet wurden in der Folge aus den derart überprüften Kindern die Befunde von 6 000 Hallenser Grund-, Ober- und Berufsschülern der Geburtsjahrgänge 1936-1947, und zwar bezog ich von jedem der 12 Jahrgänge 500 Probanden - 250 Mädchen und 250 Jungen - in die Berechnung ein. Um eine möglichst lückenlose Querschnittserhebung zu erreichen, berücksichtigte ich bei der Auswahl der Klassen sowohl ausgesprochene Großstadtschulen im Stadtkern von Halle wie auch solche mit reinem Landschulcharakter in eben erst eingemeindeten Randbezirken, ferner Berufsschulklassen der verschiedensten Fachrichtungen, sowie Sonderschul- und Hilfsschulklassen. Das gesammelte Untersuchungsmaterial stammt aus den Monaten September - Dezember 1954 und Januar - März 1955.

Die folgende Tabelle vermittelt einen ersten orientierenden Gesamtüberblick über die Befunde:

	Anzahl der Kinder	karies-frei	mit Karies	in % der Gesamtzahl		absolute Zahl der DMF-Zähne
		0	+	0	+	
Gesamtzahl	6000	2336	3664	38,3	61,7	10808
Mädchen	3000	1049	1951	35,0	65,0	6020
Knaben	3000	1287	1713	42,9	57,1	4780

Von den insgesamt 6000 zur Auswertung Herangezogenen zeigten 3664 = 61,7 % kariöse, gefüllte oder extrahierte Zähne (DMF-Zähne). Dabei schnitten die Knaben mit 1713 von Karies Befallene (=57,1 % aller untersuchten Jungen) besser ab als die Mädchen mit 1951 Erkrankten (=65,0 % aller untersuchten Mädchen).

Dieser Sexualdimorphismus mit einem stärkeren Betroffensein des weiblichen Geschlechtes ist - wie das aus der nächsten Tabelle hervorgeht - ausnahmslos in jeder der 12 Altersgruppen erkennbar. Der Vorsprung, der u.a. auf die bei den Mädchen früher einsetzende Zahnentwicklung zurückzuführen ist, beträgt ein Jahr oder etwas mehr. Er ist aus fast allen statistischen Befunden im bleibenden Gebiß bei primitiven wie bei zivilisierten Völkern ersichtlich und bleibt unabhängig vom Umwelteinflüssen und Durchseuchungsgrad.

Werden die Zahlen der vorhergehenden Tabelle nach Geburtsjahrgängen aufgeschlüsselt, so ergeben sich die Werte der Tabelle 7.

Die Anzahl der kariös Erkrankten in den einzelnen Altersgruppen steigt bei den Mädchen von 86 bei den Schulanfängern auf 214 bei den 17 jährigen Ober- und Berufsschülerinnen oder von 34,4 % auf85,6 %. Bei den Knaben liegen die Werte niedriger und betragen 65 von Karies Befallene bei den Sechsjährigen (26,0 %) und 194 (=77,6 %) bei den Siebzehnjährigen. Für die Zunahme der kariösen Defekte bestehen die gleichen Korrelationen.

Die Errechnung dieser Befunde nach dem DMF-Index erlaubt einen Vergleich meiner Daten mit denen gleichartiger internationaler Statistiken. Der den durchschnittlichen jährlichen Karieszuwachs ausdrückende Progressivwert belief sich bei den Mädchen auf 0,24, bei den Jungen auf 0,22. Er hat sich in den letzten Jahren merkbar erhöht, kommt aber noch nicht an die Werte etwa der schweizer oder amerikanischen Vergleichszahlen heran. Es scheint, als ob die äl-

---

In Tristan da Cunha, dessen Bewohner, wie ich schon erwähnte, so gut wie kariesfrei sind, fanden H e n r i k s o n und Ö e d i n g die wenigen Fälle von aktiver Karies nur bei Frauen.

Tab. 7

Kariesdaten von 6 ooo Hallenser Kindern

		47/48	46/47	45/46	44/45	43/44	42/43	41/42	4o/41	39/4o	38/39	37/38	36/37
Karies=freie Kinder	Mäd.	164	12o	111	99	1o9	97	1o1	78	47	34	53	36
	Kna.	185	156	137	123	121	123	134	95	49	5o	58	56
Kinder mit DMF-Zähnen	Mäd.	86	13o	139	151	141	149	153	172	2o3	216	197	214
	Kna.	65	94	113	127	129	127	116	155	2o1	2oo	192	194
Prozent der Kin=der mit DMF-Zähhen	Mäd.	34,4	52,o	55,6	6o,4	56,4	61,2	59,6	68,8	81,2	86,4	78,8	85,6
	Kna.	26,o	33,6	45,2	5o,8	51,6	5o,8	46,4	62,o	8o,4	8o,o	76,8	77,6
Zahl der DMF-Zähne	Mäd.	151	291	339	332	369	424	421	571	771	793	758	8o8
	Kna.	93	181	254	283	3o7	292	286	439	614	691	652	688
DMF-Index	Mäd.	o,6	1,2	1,4	1,5	1,5	1,7	1,7	2,3	3,1	3,2	3,o	3,2
	Kna.	o,4	o,7	1,o	1,1	1,2	1,2	1,1	1,8	2,5	2,8	2,6	2,8
Zahl der DMF-Ober=flächen	Mäd.	163	275	3oo	342	363	393	397	616	8o7	86o	884	939
	Kna.	117	174	217	253	268	266	3o2	559	672	685	651	824

teren Jahrgänge, die während eines entscheidenden Teiles ihrer Zahnentwicklung unter dem Zwange der Kriegs- und Nachkriegsernährung eine vorwiegend kohlehydratarme, mineralsalzreiche Kost genossen, sich als relativ kariesresistenter erweisen als ihre Altersgefährten in Amerika und der Schweiz. In den jüngeren Jahrgängen allerdings, die in der Entwicklungs- und Verkalkungszeit ihrer Zähne bereits unter dem Einfluß der sich normalisierenden Ernährungslage standen, ist ein immer deutlicher werdender Kariesanstieg nicht abzuleugnen.

Das graphische Bild der Karieskurven für die einzelnen Jahrgänge und Geschlechter (Abb. 46) führt uns einen bei den 6 jährigen beginnenden steilen Anstieg vor Augen, der bei den 8 jährigen einen vorläufigen Gipfel erreicht. Die Kurven bleiben dann mehrere Jahre verhältnismäßig konstant, ehe mit etwa 12 Jahren - bei den Mädchen etwas eher - ein erneutes Ansteigen erfolgt. Beachtlich ist, daß sich die Kurve bei den 11- und 12 jährigen Jungen senkt. Diese beiden Geburtsjahrgänge haben also einen besseren Gebißzustand als die nächstjüngere Altersgruppe, ein Ausdruck der Verschlechterung der Zahnverhältnisse unter den Jüngeren, die die vergangenen Jahre weniger gut überstanden haben als die beiden nächstälteren Jahrgänge.

Wenn wir an Hand unserer Zahlen versuchen, die Kariesaktivität, d.h. die Karieshäufigkeit innerhalb eines bestimmten Zeitraumes in Beziehung zum Lebensalter zu setzen, so können wir 2 Phasen vermehrten Kariesbefalls unterscheiden, von denen die erste das 6.-10. Lebensjahr umschließt, während die zweite mit dem Beginn der Reifung ihren Anfang nimmt. Die jähe Aufwärtsbewegung der Karieskurven bei den Mädchen vom 11., bei den Knaben vom 12. Lebensjahre an ist aller Wahrscheinlichkeit nach pubertätsbedingt.

Für unsere kariesprophylaktischen Bemühungen mit lokaler Touchierung hat das zu bedeuten, daß diesen beiden Perioden erhöhter Kariesanfallbereitschaft eine entsprechende Härtung der organischen Matrix voranzugehen hat, um vermeidbaren Schaden auszuschalten, und daß der Zeitpunkt für die Fluoridierungen bei den Mädchen im Durchschnitt 1 Jahr früher liegt als bei den Jungen. Außerdem sind Mädchen im allgemeinen einer Prophylaxe bedürftiger als Knaben.

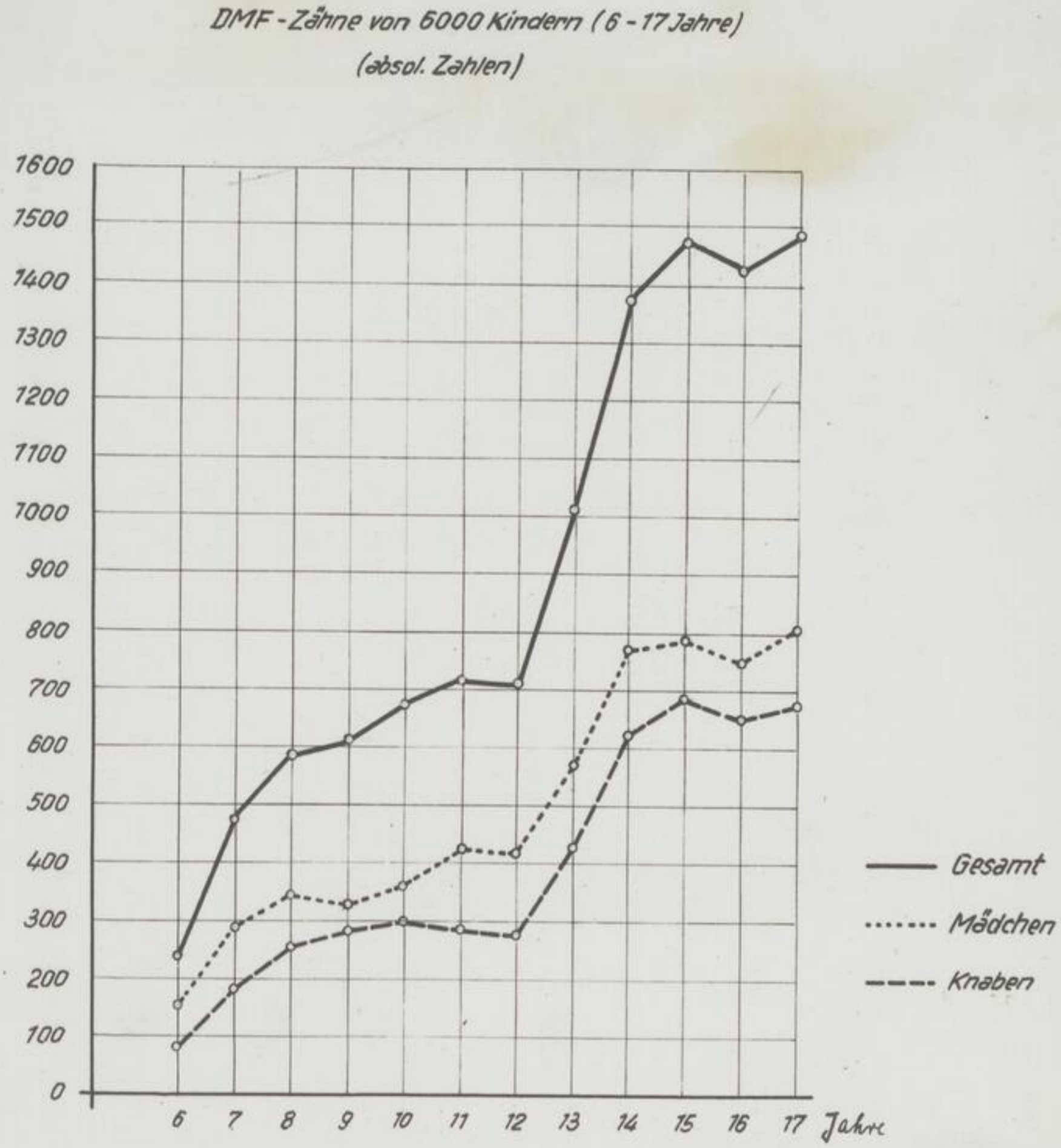

DMF - Zähne von 6000 Kindern (6 - 17 Jahre)
(absol. Zahlen)
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
Jahre
Gesamt
Mädchen
Knaben

Abb. 46

Wenn es sich darum handelt, dem feineren biologischen Geschehen in der Kariesentwicklung nachzuforschen, so ist es meines Erachtens vorteilhaft, die kariesfreien Kinder ganz außer Betracht zu lassen. Die Wechselbeziehungen und Rhythmen zeichnen sich klarer ab, wenn die Befunde nur auf die an Karies erkrankten Kinder umgerechnet, nicht auf die Gesamtzahl der Untersuchten überhaupt bezogen werden. In der Folge habe ich deshalb die Daten für je 100 von Karies befallene Kinder ermittelt, nicht aber für 100 untersuchte Kinder.

Frontzahn- und Molarenkaries

Dies wird schon bei Tabelle 8 angewandt, wo die Gesamtkaries in die beiden großen Gruppen der Molaren- und Frontzahnkaries aufgegliedert wird, um dann die Frontzahnkaries in % der Molarenkaries auszudrücken. Hier bleiben kariesfreie Kinder unberücksichtigt.

Die Karieshäufigkeit im Frontzahngebiet ist anfänglich noch niedrig, nimmt aber bei beiden Geschlechtern rasch zu, bei den Mädchen bis zu 34,9 % der Molarenkaries, bei den Jungen, die auch hier günstiger abschneiden, immerhin bis zu 24,6 % der Molarenkaries. Diese Feststellung zwingt insofern zum Aufmerken, als die Frontzähne nicht zu den ausgesprochenen Praedilektionsstellen der Karies gehören. Bei geringer Kariesaktivität bleiben die Läsionen auf die Molaren beschränkt und greifen erst mit steigender Aktivität auf die oberen Frontzähne über, während die Eckzähne und die unteren Frontzähne nur bei hochgradiger kariöser Schädigung betroffen werden.

Zahlreiche, wenn auch kleinere Kavitäten an den Frontzähnen, wie wir sie bei unseren Probanden finden, müssen als ein Merkmal dafür gelten, daß die Kariesangriffskräfte stark oder die Abwehrkräfte schwach sind, daß also augenscheinlich eine hochgradige Kariesaktivität besteht.

Die folgende Aufstellung zeigt die Karieshäufigkeit auf je 100 von Karies befallene Kinder nach Molaren- und Frontzahnkaries aufgegliedert und letztere in Prozenten der Molarenkaries berechnet. (Abb. 47 und Tab. 8)

Geburtsjahrgang	kariöse Molaren (absolute Zahl)	kariöse Frontzähne (absolute Zahl)	Frontzahnkaries in % der Molarenkaries
Mädchen:			
1947/48	163	—	—
1946/47	272	3	1,1
1945/46	290	10	3,4
1944/45	322	20	6,2
1943/44	306	56	15,0
1942/43	298	104	34,9
1941/42	347	50	14,4
1940/41	505	110	20,0
1939/40	737	75	10,1
1938/39	712	115	16,1
1937/38	735	138	18,7
1936/37	764	163	21,3
Knaben:			
1947/48	116	—	—
1946/47	170	3	1,7
1945/46	216	1	0,5
1944/45	226	23	10,1
1943/44	236	19	8,0
1942/43	215	41	19,0
1941/42	255	31	12,1
1940/41	448	80	17,8
1939/40	531	99	18,6
1938/39	595	44	7,3
1937/38	521	73	13,9
1936/37	626	154	24,6

Tab. 8

Karieskurven in den 12 Jahrgängen (absol. Zahlen)

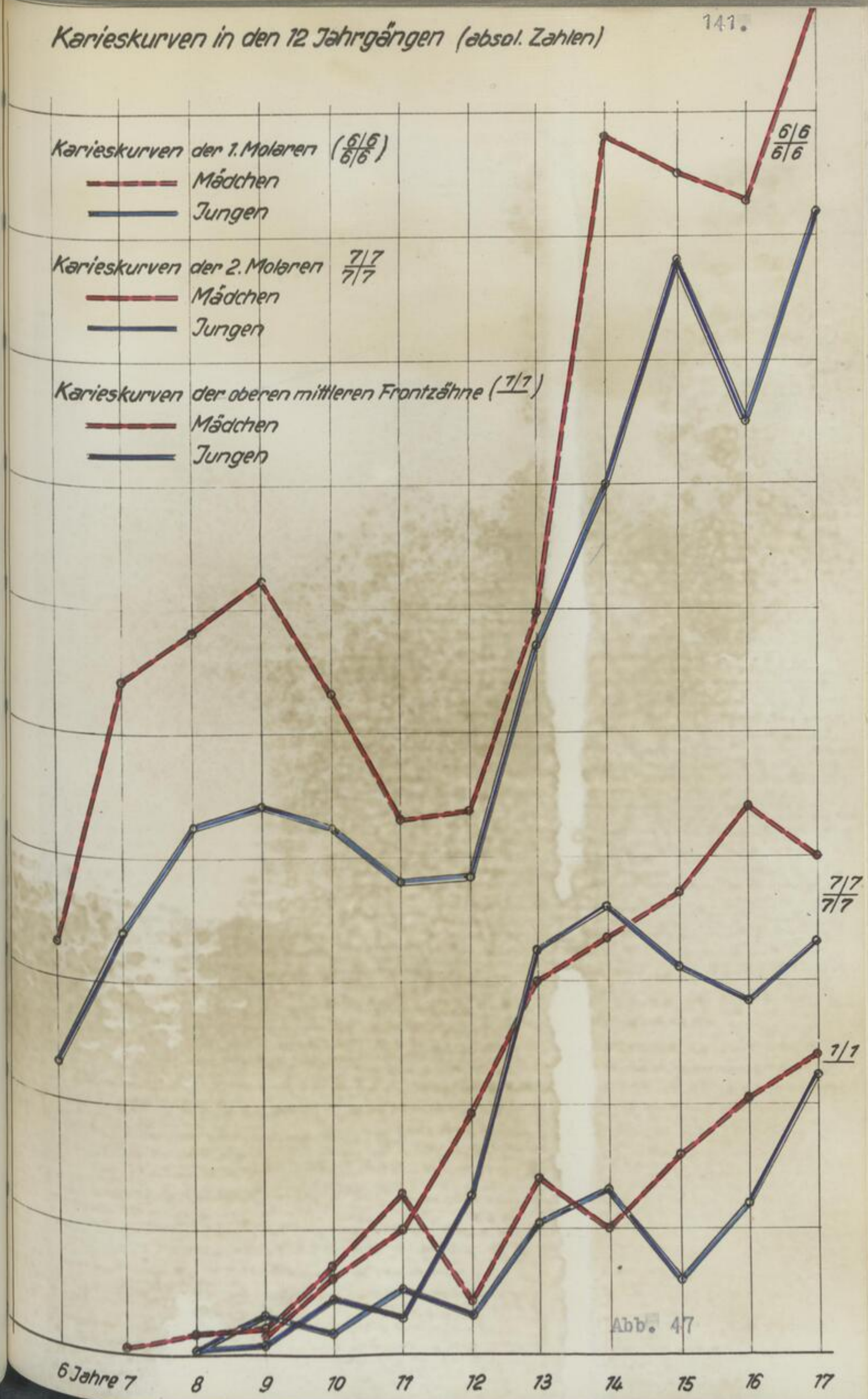


Abb. 47

Berechnung nach kariösen Oberflächen

Für eine Präzisierung der Krankheitsausdehnung kommen aber noch weitere Gesichtspunkte in Betracht. Die Berechnung nach den von Karies befallenen Oberflächen, wie sie in der nächsten Tabelle (Tab. 9) ausgeführt ist, entspricht dem immer deutlicher werdenden Bedürfnis nach einer Spezifizierung der kariösen Defekte in Bezug auf ihren Entstehungsort und ihre Ausdehnung. Die Werte der Oberflächenzählung liegen höher als die der DMF-Zähne, da ein Zahn mehr als nur eine kariöse Läsion aufweisen kann. Zählt man die erkrankten Zähne als Einheit, so heißt das, daß die Zahl der kariösen Angriffspunkte und die Ausdehnung der Karies auf den Zahn vernachlässigt wird: jeder erkrankte Zahn - gleichviel welches Maß kariöser Zerstörung er zeigt - bildet e i n e Einheit. Berechnen wir hingegen die Zahl der erkrankten Oberflächen, so können wir sehr viel feiner differenzieren. Da die Backenzähne je 5, die Frontzähne je 4 Flächen in der Mundhöhle besitzen, so besteht das volle Gebiß aus 148 Oberflächen. Bei unseren Kindern, bei denen die Weisheitszähne noch nicht durchgebrochen sind und, wenn doch, nicht mit gewertet werden, ergeben sich 128 Oberflächeneinheiten gegen 28 Einheiten bei der Punktwertung der Zähne, also eine viel exakter abzustufende Bestimmung des kariösen Vorganges.

Neben der Notierung der Kavität und der Einstufung ihrer Ausdehnung war es die Häufigkeit ihres Auftretens an den verschiedenen Praedilektionsstellen, das genau ausfindig zu machen für unsere Arbeit besonders wichtig sein mußte. Daher blieben auch extrahierte Zähne in diesen Aufrechnungen unbeachtet, weil die Zahl der ursprünglich bei ihnen vorhandenen Angriffspunkte und ihre Lokalisation nicht mehr bestimmbar ist.

Aufteilung auf die einzelnen Zahntypen

Werden die kariöserkrankten Oberflächen auf die einzelnen Zahntypen aufgeschlüsselt (Tab. 9), so lassen sich merkliche Unterschiede in deren Anfallbereitschaft ablesen.

Aufteilung auf die einzelnen Zahntypen

Korrespondierende Zähne	Anzahl der kariösen Oberflächen		% der kariösen Oberflächen	
	Mädchen	Knaben	Mädchen	Knaben
Oberkiefer:				
Zentr.Incisivi	558	393	15,6	15,0
Laterale "	280	174	7,8	6,4
Canini	20	16	0,6	0,6
1.Praemolaren	107	99	2,9	3,7
2. "	151	75	4,4	2,8
1.Molaren	2020	1553	56,5	57,7
2. "	439	371	12,2	13,8
Unterkiefer:				
Zentr.Incisivi	4	1	0,2	0,05
Laterale "	2	–	0,1	———
Canini	3	1	0,1	0,05
1.Praemolaren	35	21	1,2	0,9
2. "	84	62	3,0	2,7
1.Molaren	1983	1680	71,7	72,8
2. "	653	542	23,6	23,5

Tab.9

Am auffallendsten tritt die sattsam bekannte Gefährdung des Sechsjahrmolaren in Erscheinung. Etwa 57 % aller erkrankten Oberflächen im Oberkiefer und 72 % der kariösen Läsionen des Unterkiefers konzentrieren sich allein auf diesen Molaren, der als der erste der durchbrechenden bleibenden Zähne nicht nur am längsten den Gefahren des Mundmilieus ausgesetzt ist, sondern außerdem infolge seines multikuspidalen Baues, seiner der künstlichen Reinigung nicht gut zugänglichen Lage in der Mundhöhle, durch seine verstärkte Neigung zu Kalzifikationsunregelmäßigkeiten und durch tiefe Fissuren und Grübchen eine Erkrankungsziffer erreicht, die ihn zum ernstesten Kariesproblem des Mundes und damit zum Hauptgegenstand unserer prophylaktischen Bemühungen macht.

Bedeutend niedriger liegen die Karieswerte der übrigen Zähne. Am gefährdetsten ist nach den oberen und unteren Sechsjahrmolaren der zweite untere bleibende Molar mit einer Karieshäufigkeit von 23,5 %. Will man eine Rangordnung der Kariesbereitschaft aufstellen, so folgt in unserer Befunderhebung der obere mittlere Schneidezahn mit einer Karieshäufigkeit von 15,6 % bei den Mädchen und 15,0 % bei den Jungen und der obere zweite Molar mit einer Kariesfrequenz von 13,8 % bei den Mädchen und 12,8 % bei den Knaben. Mit 7,8 % (Mädchen) bez. 6,4 % (Jungen) reihen sich dann die oberen seitlichen Incisivi an. Die Praemolaren sind mit etwa 7 % im Oberkiefer und rund 4 % im Unterkiefer ungleich weniger betroffen als die Molaren. In hohem Maße kariesresistent sind die Schneidezähne des Unterkiefers und die 4 Eckzähne mit Prozentanteilen von nur 0,1 bis 0,6 an der Gesamtkaries. Wichtig ist auch die im Oberkiefer beobachtete Erhöhung der Befallsziffer um 20 %.

Für unsere kariesprophylaktische Arbeit ergibt sich daraus die Folgerung, daß die Touchierung der Molaren, oberen Frontzähne und Praemolaren überaus wichtig ist, während die der Eckzähne und der unteren Schneidezähne nicht ganz so dringlich erscheint.

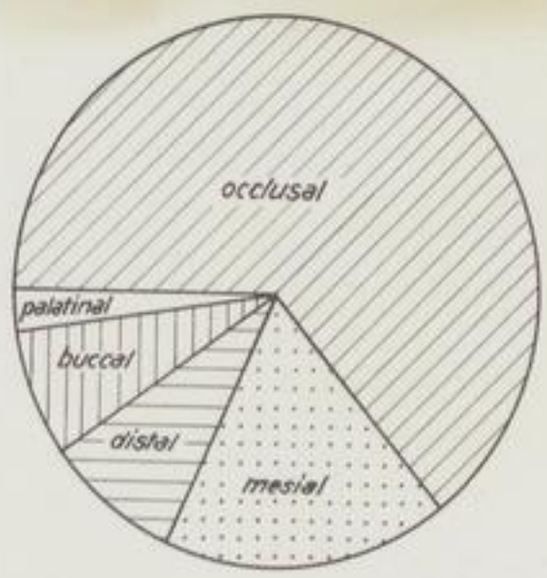
Die Lage der kariösen Defekte am Zahn

Errechnet man die Anzahl der defekten Oberflächen nach ihrer Lage am Zahn, so ergibt sich nachstehende tabellarische Übersicht:

Karieslokalisation auf den Zahnflächen

Spezifizierte Oberflächen	Zahl der kariösen Oberflächen			Prozent der kariösen Oberflächen		
	Mädchen	Knaben	gesamt	Mädchen	Knaben	gesamt
occlusal	3616	2907	6523	62,4	64,9	63,4
mesial	1017	680	1697	17,6	15,2	16,5
distal	641	437	1078	11,1	9,5	10,4
buccal	394	364	758	6,8	8,1	7,4
lingual	126	101	227	1,7	2,3	2,2

Die Oberfläche mit der höchsten Erkrankungsziffer ist in unserer Untersuchungsgruppe bei weitem die occlusale (Abb. 48). Auf



Kariöse Oberflächen nach ihrer Lage am Zahn

Abb. 48

den Kauflächen der Molaren und Praemolaren zusammen finden sich 63,4 % aller vorhandenen Defekte. Erst in großem Abstand kommen die mesialen Läsionen mit etwa 16 %, die distalen mit 10 % und die buccalen mit 7 % der Gesamtzahl erkrankter Oberflächen. Linguale Defekte machen mehr als 2 % aus. K l e i n , P a l m e r und K n u t s o n (98) berichten bei 4116 amerikanischen Elementarschülern aller Altersstufen über 43 % Occlusalkaries. 17 % mesiale, 14 % distale, 13 % buccale und 12 % linguale Karies.

Aus dem Vergleich glaube ich für unsere Kinder eine auch durch andere Daten belegte geringere Kariesanfälligkeit herauslesen zu können, da die weitaus seltener befallenen Seitenflächen, besonders die linguale, bei der amerikanischen Untersuchungsgruppe mit sehr viel höheren Prozentwerten auftreten als bei uns.

Kariöse Oberflächen an Molaren und Frontzähnen

Noch deutlicher erkennbar werden die Relationen durch weitere Aufgliederung.

Auf Molaren und Frontzähne aufgeschlüsselt erhalten wir die umstehende Tabelle (Tab. 10). Darnach sind es die am häufigsten kariös erkrankten 1. und 2. bleibenden Molaren, die vorwiegend von occlusaler Karies ergriffen werden. In den 3 jüngsten Jahrgängen, in denen die Karies des Sechsjahrmolaren fast den gesamten Kariesbefall ausdrückt, beträgt die occlusale Molarenkaries bis zu 95 % der Gesamtfrequenz. Wir stehen damit im Einklang mit E u l e r (99), der die 1. und 2. bleibenden Molaren als die am stärksten und zwar in erster Linie von Fissurenkaries befallenen Zähne bezeichnet. Auch R e b e l (119) schreibt, daß der Sechsjahrmolar "mit Vorliebe im Bereich der Fissuren erkrankt". Er zitiert H y a t t , der dies bei 98 % der Sechsjahrmolaren ermittelte.

Kariesanteil in Prozent der Gesamtkaries:

Jahrgang	Mol. occl.	Mol. appr.	Mol. bucc./ ling.	Frontz. mesial	Frontz. distal	Frontz. bucc./ ling.
M ä d c h e n :						
1947/48	84,6	4,8	10,4	—	—	—
1946/47	88,8	5,4	4,6	—	—	1,1
1945/46	92,9	1,1	2,4	1,4	1,7	0,3
1944/45	89,6	2,7	1,5	3,1	1,8	1,2
1943/44	82,7	1,9	0,3	7,6	5,2	2,3
1942/43	71,5	2,9	1,6	16,4	7,3	0,2
1941/42	83,6	2,7	1,6	5,7	5,1	1,4
1940/41	55,1	16,1	8,2	13,2	7,1	0,2
1939/40	48,3	27,3	12,8	6,8	4,8	0,2
1938/39	47,3	25,1	12,9	9,1	5,4	0,1
1937/38	50,9	23,5	7,1	10,3	7,7	0,3
1936/37	52,9	17,1	8,9	11,6	8,9	0,6
K n a b e n :						
1947/48	93,6	1,8	4,5	—	—	—
1946/47	90,5	2,9	4,7	—	1,2	0,6
1945/46	95,1	1,9	2,4	—	—	0,5
1944/45	87,7	2,0	1,6	4,9	2,4	1,2
1943/44	88,9	1,2	4,4	3,3	1,6	0,4
1942/43	81,5	1,2	0,6	10,5	4,8	1,2
1941/42	86,2	1,1	2,4	4,5	2,8	2,8
1940/41	56,2	18,2	9,4	9,9	5,8	0,4
1939/40	52,2	23,3	9,7	9,3	5,5	0,1
1938/39	50,3	17,4	24,9	4,4	2,7	0,2
1937/38	57,2	18,5	11,1	7,7	4,9	0,3
1936/37	50,1	17,7	10,9	12,3	7,3	1,8

Tab.10

Unsere Zahlen decken sich ferner mit Untersuchungen von A l f o n s k y (100) an 3049 chinesischen Schülern und Studenten, bei denen 2,46 % kariöse Zähne gebucht wurden. Von dem Gesamtkariesbefund entfielen 95,7 % auf die 1. und 2. Molaren. 83 % der Karies der 1. unteren Molaren sowie 93,3 % der Karies der 2. unteren Molaren war Fissurenkaries.

Weiterhin stimmen unsere Ergebnisse überein mit den Feststellungen von A g n e w und A g n e w (101), Universität Chengtu, Westchina, die bei Untersuchungen im Tibet fanden, daß 37-52 % der kariösen Defekte von Grübchen und Fissuren der Molaren und Praemolaren ausgingen. Sie sind außerdem konform den Angaben von M u h l e r , H i n e und D a y (102), die für die occlusale Karies ein ausgesprochenes Überwiegen über die anders lokalisierten kariösen Läsionen nominierten.

Es scheinen mir Gründe für die Annahme vorzuliegen, daß die Lokalisation der kariösen Defekte in einem unmittelbaren Zusammenhang mit dem Kariesanfälligkeitsgrad steht:

> Je größer die Kariesaktivität, desto mehr Seitenflächen werden zerstört, desto mehr greift der kariöse Prozeß von den Molaren auf die oberen Schneidezähne und die Praemolaren über. Der kariöse Zerfall der Eckzähne und der unteren Incisivi bringt den höchsten Grad einer persönlichen Kariesbereitschaft bez. den höchsten Grad der Endemiehöhe zum Ausdruck.

So betrachtet erkennen wir in den amerikanischen Daten von K l e i n , P a l m e r und K n u t s o n (103), die einen erheblichen Frontzahnbefall beobachteten, eine relativ große Kariesaktivität, während Befunde von H o l z h a u e r und H a f e r (104) im Ennepe-Ruhrkreis auf eine geringere Kariesfrequenz der untersuchten Kinder schließen lassen, da dort die Karies in höherem Maße auf die Kauflächen der Molaren beschränkt bleibt als bei uns.

Anstieg der Seitenflächenkaries

Daß das Verhältnis der occlusalen Karies zur Karies der Seitenflächen keineswegs konstant ist, sondern sich im Laufe der Entwicklung wandelt, wird ersichtlich, wenn man den Kurvenverlauf der Kauflächendefekte mit dem der mesialen, distalen und buccalen Läsionen durch die einzelnen Altersklassen hindurch bestimmt: anfänglich liegt die Summe der Seitenflächen weit unter der der occlusalen Karies. Im 12. Lebensjahr aber beginnt sie jäh anzusteigen und erreicht bei den 15 jährigen fast den Stand der Kauflächenläsionen (Abb. 49). Jenseits des schulpflichtigen Alters resultiert also in unserer Gruppe ein völlig anderes Verhältnis zwischen Occlusal- und Seitenflächenkaries. Dies ist ein weiterer Beweis dafür, daß mit fortschreitendem kariösen Zerfall mehr und mehr die Seitenflächen betroffen werden.

Mit unserer Analyse werden auch die Vermutungen von H o l z h a u e r bestätigt, der glaubt, annehmen zu können, daß das von ihm mit etwa 3 : 1 errechnete Verhältnis der occlusalen Karies zur Seitenflächenkaries sich jenseits des 15. Lebensjahres wesentlich verschiebt. (105)

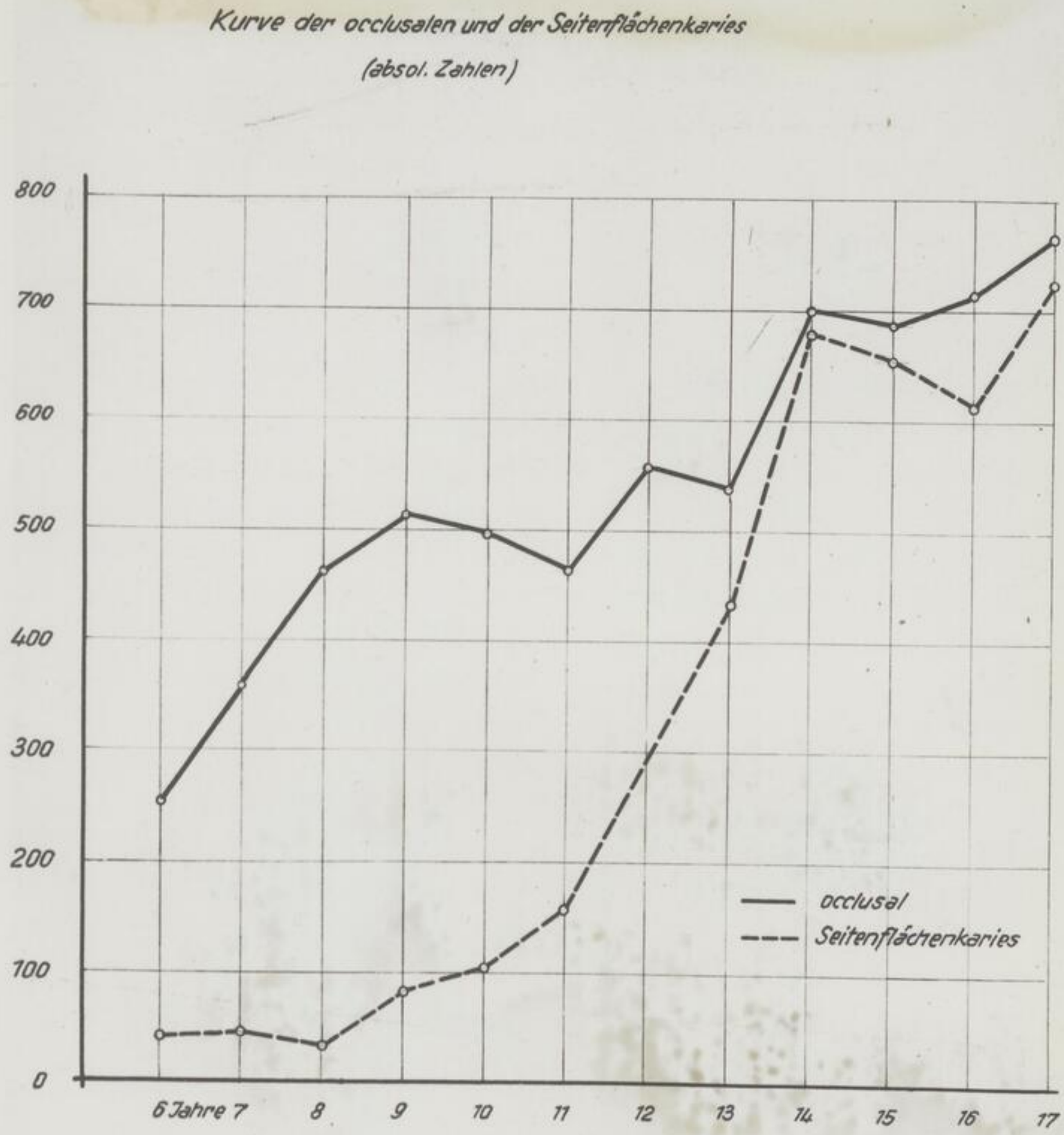

Kurve der occlusalen und der Seitenflächenkaries
(absol. Zahlen)
800
700
600
500
400
300
200
100
0
6 Jahre 7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
occlusal
Seitenflächenkaries

Abb. 49

Nach meinen Befunden zu urteilen scheint bis zum 12. Lebensjahre eine gewisse natürliche Resistenz der Seitenflächen zu bestehen.

Bedauerlich bleibt freilich der Umstand, daß wir der späteren erhöhten Anfallbereitschaft der Seitenflächen, die sich bei den älteren Jahrgängen einstellt, mit Mitteln der lokalen Fluoridierung nicht mehr energisch genug begegnen können, da der Zahnschmelz in dem weitgehend ausgereiften Zustand, in dem er sich dann befindet, weniger erfolgreich auf die Zahnschutzhärtung anspricht.

Die 4 häufigsten Karieslokalisationen jeder Altersstufe

Die nächste Tabelle (Tab. 11) führt die vier häufigsten Karieslokalisationen in jeder Altersstufe auf, benannt in Prozenten der Gesamtkaries. An erster Stelle rangieren durch alle 12 Jahresklassen hindurch die occlusalen Defekte der unteren bleibenden 1. Molaren und zwar mit abnehmenden Anteilen an der Gesamterkrankungsziffer. Von 54,3 % bei den 6 jährigen sinken sie bis auf 16,0 % bei den 13 jährigen, um dann wieder leicht anzusteigen. An zweiter Stelle stehen - ebenfalls ausnahmslos durch alle Jahrgänge - die occlusalen Läsionen an den oberen bleibenden 1. Molaren mit etwas niedrigen Prozentwerten zwischen 31,8 und 12,0. An dritter Stelle erscheinen in den 3 jüngsten Jahrgängen die buccalen Defekte der unteren 1. Molaren; sie werden von der Approximalkaries der mittleren und seitlichen oberen Incisivi und schließlich, in den 4 älteren Gruppen, von der Occlusalkaries der unteren 2. Molaren abgelöst. Noch bunter ist das Bild in der vierten Kolumne. Hier treten neben der Approximalkaries der unteren 1. Molaren und der der oberen Frontzähne bei den Vierzehnjährigen noch einmal die buccalen Läsionen der unteren 1. Molaren in Erscheinung. Bei den 3 ältesten Jahrgängen rückt die Occlusalkaries der oberen 2. Molaren an die 4. Stelle.

Auch aus dieser Aufgliederung wird deutlich, daß sowohl die unteren als auch die oberen 1. Molaren einer prophylaktischen Fluorbehandlung am dringendsten bedürftig sind, daß sodann

Die vier häufigsten Karieslokalisationen in jeder Altersstufe, ausgedrückt in Prozenten der totalen Karies im Munde:

Alter	I	II	III	IV	Ges.-Karies
6	$\overline{6/6}$ occl. 152=54,3%	6/6 occl. 89=31,8%	$\overline{6/6}$ bukk. 21=7,5%	$\overline{6/6}$ appr. 7=2,5%	280
7	$\overline{6/6}$ occl. 205=45,7%	6/6 occl. 176=39,2%	$\overline{6/6}$ bukk. 16=3,5%	$\overline{6/6}$ appr. 14=3,1%	449
8	$\overline{6/6}$ occl. 256=50,7%	6/6 occl. 201=39,8%	$\overline{6/6}$ bukk. 11=2,2%	1/1 appr. 6=1,2%	505
9	$\overline{6/6}$ occl. 286=48,7%	6/6 occl. 208=35,4%	1/1 appr. 17=2,9%	2/2 appr. 15=2,5%	587
10	$\overline{6/6}$ occl. 284=47,2%	6/6 occl. 152=25,2%	2/2 appr. 29=4,8%	1/1 appr. 26=4,3%	602
11	$\overline{6/6}$ occl. 230=34,9%	6/6 occl. 146=22,1%	1/1 appr. 68=10,3%	$\overline{7/7}$ occl. 49=7,4%	659
12	$\overline{6/6}$ occl. 228=32,6%	6/6 occl. 151=21,7%	$\overline{7/7}$ occl. 83=11,9%	1/1 appr. 31=4,4%	699
13	$\overline{6/6}$ occl. 188=16,0%	6/6 occl. 157=13,4%	1/1 appr. 108=9,2%	$\overline{7/7}$ occl. 98=8,3%	1175
14	$\overline{6/6}$ occl. 251=16,9%	6/6 occl. 226=15,3%	$\overline{7/7}$ occl. 131=8,8%	$\overline{6/6}$ bukk. 60=4,1%	1479
15	$\overline{6/6}$ occl. 251=16,2%	6/6 occl. 221=14,3%	$\overline{7/7}$ occl. 101=6,5%	7/7 occl. 69=4,5%	1545
16	$\overline{6/6}$ occl. 278=18,1%	6/6 occl. 199=12,9%	$\overline{7/7}$ occl. 125=8,1%	7/7 occl. 58=3,7%	1535
17	$\overline{6/6}$ occl. 316=17,3%	6/6 occl. 211=12,0%	$\overline{7/7}$ occl. 143=8,1%	7/7 occl. 61=3,4%	1763

Tab.11

die oberen Frontzähne - sehr bald nach ihrem Durchbruch - touchiert werden müssen und daß die Vorsorge für die unteren 2. Molaren vom Augenblick ihrer Eruption an einzusetzen hat.

Kinder mit überdurchschnittlichem Kariesbefall

Die letzte Tabelle (Tab. 12) stellt den Prozentsatz derjenigen Kinder dar, die eine überdurchschnittlich hohe Kariesfrequenz aufweisen, d.h. einen Kariesbefall, der über den Mittelwert des jeweiligen Geburtsjahrganges hinausgeht. In dieser Form ermittelt, kann die Gruppe der konstitutionell anfälligen Kinder unabhängig von der Endemiehöhe bestimmt werden.

Es zeigt sich interessanterweise, daß der Anteil der hochkariesaktiven Kinder rund ein Viertel der Gesamtzahl aller Untersuchten beträgt: 24,6 % bei den Jungen, 29,6 % bei den Mädchen. Diese verhältnismäßig kleine Gruppe vereinigt den Großteil aller festgestellten kariösen Defekte auf sich.

Der Anteil der hochkariesaktiven Knaben an der Gesamtzahl der Läsionen wurde mit 62,9 %, der der hochkariesaktiven Mädchen mit 63,3 % gefunden.

Wir stehen mit dieser Feststellung in Übereinstimmung mit den Befunden von Holzhauer und Hafer (104), die bei 2 000 Kindern des Ennepe-Ruhr-Kreises die Erfahrung machten, daß die Hochkariesaktiven bei einem Anteil von 25 % aller Untersuchten 69 % sämtlicher Defekte auf sich vereinigten.

Überdurchschnittliche Karieshäufung:

Jahrg.	Gesamt-Zahl	Kinder mit Karies	überdurchschnittl. anfällig	mäßig anfällig	karies-frei
Mädchen:					
		%	%	%	%	%	%
47/48	250	86		34,4		65,6
46/47	250	130		52,0		48,0
45/46	250	139		56,0		44,0
44/45	250	151	23,6		36,8	39,6
43/44	250	141	23,2		33,2	43,6
42/43	250	149	26,4		34,8	38,8
41/42	250	153	26,0		33,6	40,4
40/41	250	172	29,6 29,8	41,3	39,0 29,1	31,2
39/40	250	203	28,6		52,6	18,8
38/39	250	216	33,4		53,0	13,6
37/38	250	197	37,8		41,0	21,2
36/37	250	214	37,9		47,7	14,4
Jungen:						
		%	%	%	%	%	%
47/48	250	65		26,0		74,0
46/47	250	94		37,6		62,4
45/46	250	113		45,2		54,8
44/45	250	127	16,4		34,4	49,2
43/44	250	129	18,4		33,2	48,4
42/43	250	127	18,8		32,0	49,2
41/42	250	116	16,8		29,6	53,6
40/41	250	155	24,6 22,0	39,4	40,0 36,0	38,0
39/40	250	201	31,3		49,1	19,6
38/39	250	200	28,5		51,5	20,0
37/38	250	192	35,4		41,4	23,2
36/37	250	194	34,0		43,6	22,4

Tab.12

Es scheint, als hätten wir hier möglicherweise eine echte Konstitutionsvariante vor uns, deren sonstige Eigenschaften allerdings noch zu definieren wären.

Ließe sich jedoch herausfinden, ob und worin sich diese Gruppe von Kindern - abgesehen von ihrer hohen Kariesbereitschaft - auch sonst noch von ihren resistenteren Altersgefährten unterscheidet, so dürfte das ein nicht unerheblicher Fortschritt sein. Vor allem würden wir dann in der Lage sein, dieses besonders kariesgefährdete Viertel der Gesamtzahl aller Kinder so zu überwachen und kariesprophylaktisch nach dem neuesten Stand wissenschaftlicher Erkenntnisse zu betreuen, daß bei ihnen ein maßgeblicher Rückgang der Anfallbereitschaft resultiert.

Dieser Kardinalfrage nach den biologischen und sozialbedingten Besonderheiten der hochkariesaktiven Kinder galten meine weiteren Untersuchungen.

Erhöhte Kariesresistenz bei Vorhandensein von schwarzem Zahnbelag

Die Untersuchungsbefunde meiner Statistik wurden dadurch ergänzt, daß ich alle Kinder mit schwarzem Zahnbelag herausgriff und einer getrennten Überprüfung unterzog, da sie mir im Zuge meiner langjährigen Reihenkontrollen auffallend kariesresistent vorkamen.

Dieser braunschwarze Zahnbelag, der kein Zahn<u>stein</u> ist, wird vorzugsweise an den lingualen Flächen der unteren Incisivi und an den buccalen Flächen der oberen Molaren abgelagert, kann aber auch an allen Zähnen des Milchgebisses sowie des bleibenden Gebisses sichtbar werden. Er ist dann an den vor Abrasion geschützten Stellen der Zähne lokalisiert und verläuft girlandenförmig am gingivalen Innen- und Außenrand der Zahnreihen entlang. Am auffälligsten manifestiert er sich in der Nähe der Speichelausführungsgänge. Nach L e i m g r u b e r (106), der ihn "black stain" nennt, ist er von

körniger Beschaffenheit und haftet so fest an der Schmelzoberfläche, daß er nur mit Bimssteinpulver oder scharf schabenden Instrumenten entfernt werden kann. Doch bildet er sich in Kürze neu. Gegen Ende der Pubertät wird er seltener und verschwindet.

Über diesen schwarzen Zahnbelag liegen bisher wenig Untersuchungen vor. G i n s (107) führt ihn auf die Anwesenheit eines bacterium melaninogenicum zurück, schreibt ihm aber eine kariesfördernde Wirkung zu, was offensichtlich nicht der Fall ist.

L e u n g (USA) (108) beobachtet zwar solche Zahnbeläge, kann aber bei einer Untersuchung von 355 Jugendlichen keine Beziehung zur Karies erkennen.

H. S c h m i d t (109) stellt eine Besiedelung des Belages mit leptotrichea buccalis fest und meint, daß sie unter starker Ureasewirkung gedeihe und nach der Pubertät nicht mehr vorhanden sei.

L e i m g r u b e r (110) fand - im Gegensatz zu anderen Belägen - stets eine völlig unversehrte Schmelzoberfläche darunter vor. Auch er betont die ins Auge fallende Kariesresistenz solcher mit schwarzem Zahnbelag anzutreffenden Gebisse, und er sieht in ihm den durch Oxydation gebräunten Niederschlag eines farblosen, im Speichel gelösten Aufbaufaktors. Er hält das braune Pigment nach seiner Oxydation für unwirksam und ordnet es den schwefelhaltigen, chemisch nicht genau bekannten Melaninen zu.

P a z u r e c k (111) fordert eine Klärung der Zusammenhänge in verschiedenen Hinweisen auf die Melanodontie und ihre Relationen zur Kariesresistenz.

C o m m e r e l l (112) untersuchte 12 890 Kinder des Stadtbezirkes Hamburg-Altona und konnte ermitteln, daß der Anteil von Kindern mit kariesfreien bleibenden Zähnen im Durchschnitt 50 % betrug, beim Vorliegen von schwarzbraunem Belag aber 69 %, bei grünlichem Belag nur 31 %.

Unter den 6 000 Kindern meiner Untersuchungsgruppe waren bei 7,55 % schwarze, bei 6,41 % gelbe und bei 1,8 % grüne Beläge zu

buchen. Der Befall trat bei den Knaben etwas häufiger auf als bei den Mädchen und erreichte im 10. und 11. Lebensjahre - bei den grünen Belägen etwas später - einen Gipfel, um dann schnell abzuklingen. (Abb. 50)

Im Gegensatz zu C o m m e r e l l konnte ich keine übermäßige Kariesbereitschaft bei Gebissen mit grünem Zahnbelag sehen. Sie

Häufigkeit der Zahnbeläge:

	Anzahl	in % der Gesamtzahl	davon kariesfrei	DMF-Zähne	DMF-Zahl
Gesamtgruppe	6000		2336 =38,3%	10808	1,60
mit schwarzem Zahnbelag	453	7,55%	306 =67,55%	304	0,67
mit gelbem Zahnbelag	385	6,41%	143 =37,1%	648	1,69
mit grünem Zahnbelag	110	1,8%	41 =37,2%	179	1,63

besitzen - ebenso wie die von C o m m e r e l l nicht zur Auswertung herangezogenen gelben Beläge - eine DMF-Zahl, die sich nur unwesentlich von der der Gesamtgruppe unterscheidet. (Abb. 51)

Absolut eindeutig aber hebt sich auch bei uns die gesteigerte Kariesresistenz der Gebisse mit schwarzem Zahnbelag ab. Diese Sondergruppe hat in Halle 67,55 % kariesfreie Gebisse gegenüber 38,3% inder Gesamtgruppe, eine Kariesfrequenz, wie sie etwa den Durchschnittswerten der Sechsjährigen entspricht: wenig mehr als 1 kariöser Zahn auf 2 Kinder.

Ich ziehe für unsere kariesprophylaktischen Belange daraus die Folgerung:

Kinder mit schwarzem Zahnbelag können von der lokalen Fluoridtouchierung ausgeschlossen werden, weil sie erhöht kariesresistent sind.

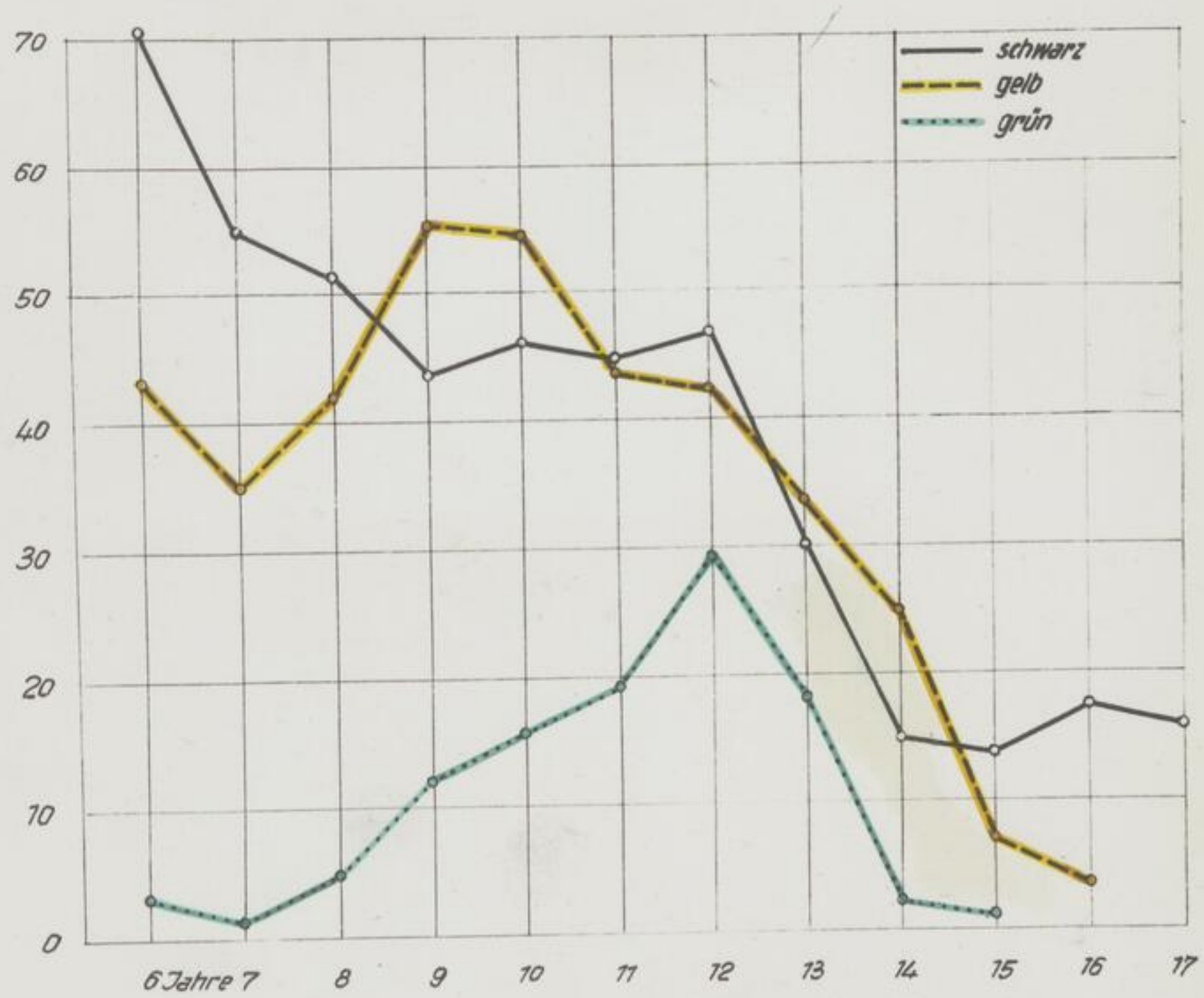


Abb. 50

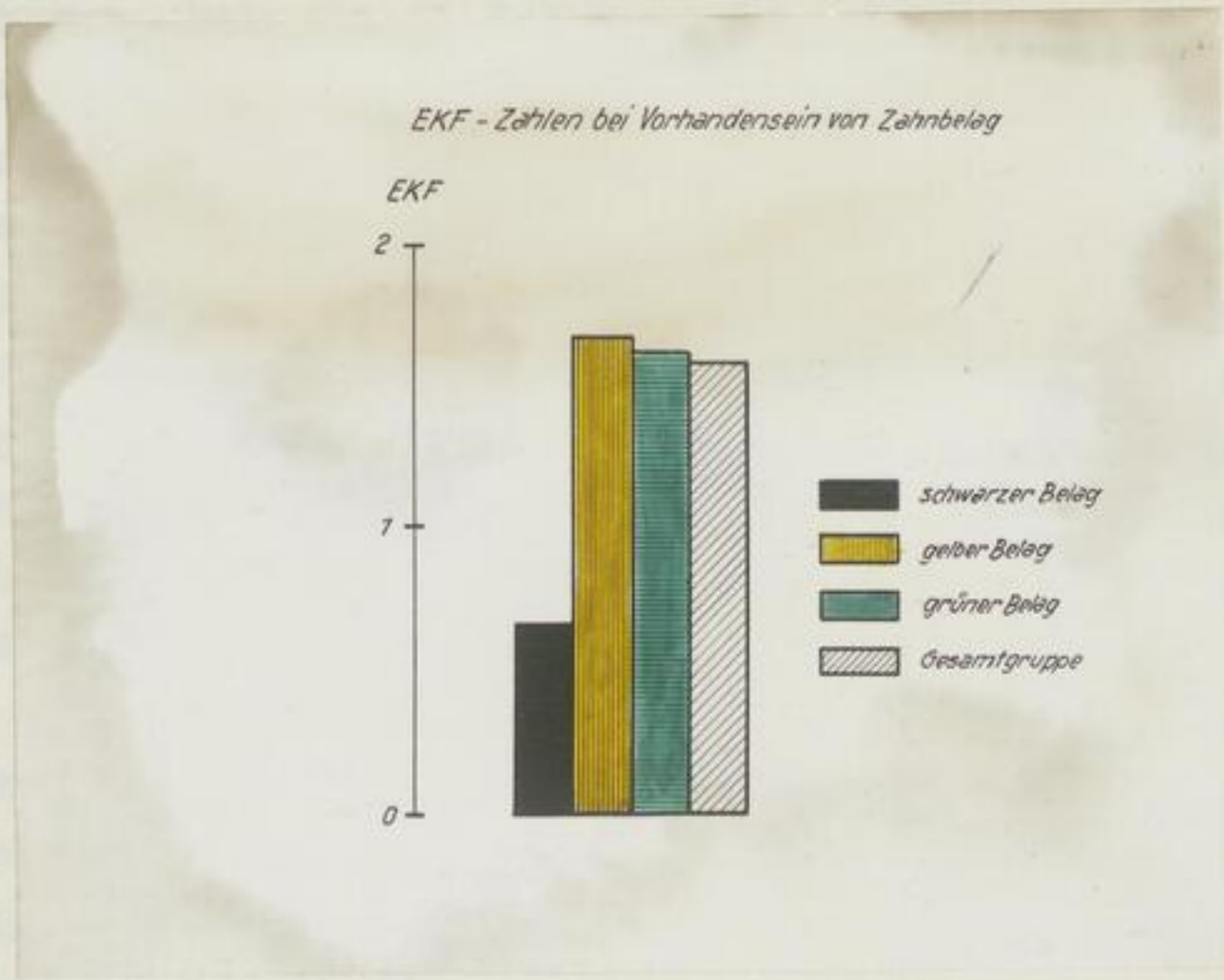

EKF - Zahlen bei Vorhandensein von Zahnbelag
EKF
2
1
0
schwarzer Belag
gelber Belag
grüner Belag
Gesamtgruppe

Abb. 51

Gebißzustand bei Heimkindern

Eine Gruppe mit überdurchschnittlich guten Zahnverhältnissen bilden in Dauerheimen untergebrachte Kinder. Ich untersuchte 90 Insassen des Kindervollheimes Klosterstraße und 40 Zöglinge des Kinderheimes Friedenstraße. Obwohl die Pfleglinge teilweise aus sehr ungünstigem sozialen Milieu stammen, war ihr Gebißzustand erstaunlich gut. Der Anteil der kariesfreien Gebisse war fast doppelt so hoch wie der Durchschnittswert. Viele Faktoren mögen bei dieser auffallenden Kariesfestigkeit mitsprechen, mit Sicherheit die strikte Anleitung und regelmäßige Kontrolle bei der Durchführung sachgemäßer Mundpflege. Ferner werden in den Heimen nur 3 Mahlzeiten täglich ausgegeben. Schon diese Regelung der Nahrungseinnahme - gut überlegt, wenig zahlreich, ohne Zwischengerichte zwischen den Mahlzeiten - hat einen karieshemmenden Effekt, da häufige Zwischenmahlzeiten die Gärungsvorgänge im Munde nachweislich verstärken. Eine individuelle Abneigung oder Vorliebe für einzelne Speisen, wie sie den Küchenzettel im Privathaushalt bestimmen kann, wird in einer großen Gemeinschaft nicht berücksichtigt, so daß bei durchdachter Zusammenstellung des Küchenzettels die Gewähr einer vielseitigen Kost gegeben ist. Auch werden einfacher herzustellende Gerichte bevorzugt, das mühsamer und raffiniert Zuzubereitende fällt weg und die Ernährung wird deshalb naturnaher sein. Der Genuß von Süßigkeiten und Naschwerk ist sehr eingeschränkt.

So gesehen scheint die Heimernährung vollwertig zu sein, nicht nur wegen der erhöhten Kariesresistenz, die sie selbst ursprünglich mangelhaft angelegten Zähnen verleiht, sondern zur Prophylaxe schlechthin.

Für unsere individuelle Fluorprophylaxe ergibt sich daraus, daß Pfleglinge in Dauerheimen u.U. von einer Fluorbehandlung ausgenommen bleiben können, da sie durch ihre naturgemäßere Lebensweise allein schon ein größeres Maß an Kariesresistenz besitzen.

Kariesbefall bei Hilfsschülern

Schwachsinnige und Hilfsschüler werden übereinstimmend in allen Völkern ganz besonders kariesresistent gefunden. Sie verhalten sich nach T o v e r u d (113) auch resistenter als ihre normalsinnigen Geschwister.

Eine Sondergruppe von 259 Hallenser Hilfsschülern wies 107 = 41,3 % primär gesunde Gebisse auf. (Abb. 52)

Eine Fluorprophylaxe ist also bei schwachsinnigen Kindern nicht unbedingt erforderlich.

	Mädchen	Jungen	beide Geschlechter
Hilfsschüler	117	142	259
davon kariesfrei	38=32,5%	69=48,6%	107=41,3%

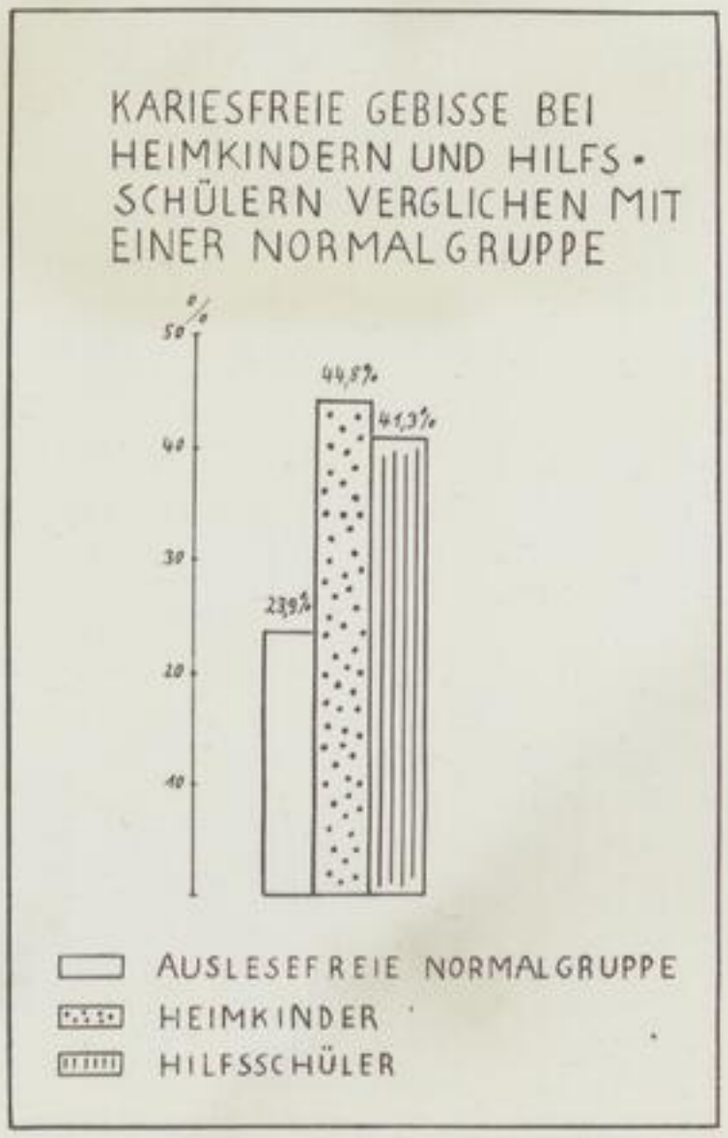


Abb. 52

Unterzahl von Zähnen und kariöse Anfallbereitschaft

Die echte Hypodontie, die auf dem Fehlen jeglicher Anlage des Zahnes, einer Agenesie, beruht, ist durchaus keine seltene Anomalie. Statistisch ist erwiesen, daß es im bleibenden Gebiß kaum einen Zahn gibt, der nicht gelegentlich in der Zahnreihe vermißt wird. Dabei ist eine gewisse Gesetzmäßigkeit erkennbar: es sind meist bestimmte Zahnpaare, nicht nur einzelne Zähne, die nicht angelegt sind, so die oberen seitlichen Incisivi, die unteren mittleren Incisivi, wie auch die 2. Praemolaren und 3. Molaren in beiden Kiefern. Der 3. Molar ist der inkonstanteste von allen. Am wenigsten beobachtet man die Nichtanlage des 1. Molaren und des Eckzahnes.

Als hauptsächliche Ursachen für das Fehlen eines Zahnes oder mehrerer Zähne werden nach Wannenmacher (114) folgende Faktoren verantwortlich gemacht: Vererbung, Zerstörung des Zahnkeimes während der Entwicklung durch Trauma oder chronische Entzündungen, schwere Ernährungsstörungen, endokrine Dysfunktionen (Gl. thyreoidea und parathyreoidea).

Auch eine Reduktionstendenz des Gebisses wird in Betracht gezogen:

Euler (115) faßt die Fälle von geringer Unterzahl als allgemeine Rückbildungserscheinung des menschlichen Zahnsystems auf, die ihre Ursache in der Tendenz einer entwicklungsgeschichtlichen Reduktion der Anzahl der Zähne hat.

Adloff (116) weist darauf hin, daß wahrscheinlich primär eine progressive Verkürzung der Kiefer in Frage kommt. Sie wird nicht nur beim Menschen, sondern auch bei vielen Säugetieren bemerkt und bewirkt eine Verminderung der Zahnanlagen.

Favé (117) hat diese Reduktionserscheinungen hauptsächlich bei der Stadtbevölkerung registriert und sieht darin eine funktionelle Anpassung an die Lebensweise und an die geänderten Nahrungsverhältnisse.

Meine Befunde ergaben, daß bei 123 Kindern = 2,05 % der Untersuchten eine Zahnunterzahl in der bleibenden Dentition bestand.

Ich fand eine Hypodontie bei 69 Knaben = 2,3 % der Knabengruppe und bei 54 Mädchen = 1,8 % aller untersuchten Mädchen. Sie hatten zusammen 174 nichtangelegte Zähne, wobei die Jungen mit 106 Nichtanlagen die Mädchen mit nur 68 Nichtanlagen bei weitem übertrafen.

Eine Übersicht zeigt die Verteilung auf die verschiedenen Zahntypen und den hohen Anteil der seitlichen Incisivi mit 45 % aller Nichtanlagen:

Nichtangelegte Zähne	Gesamt-Zahl	Knaben	Mädchen	% aller Nichtanlagen
obere seitl. Incisivi	79	48	31	45,4 %
untere 2. Praemolaren " 1. "	46	28	18	26,5 %
untere zentr. Incisivi " seitl. "	28	20	8	16,0 %
obere 2. Praemolaren " 1. "	21	10	11	12,1 %
	174	106	68	

Die 123 Kinder mit Nichtanlagen wurden einer analogen Vergleichsgruppe mit vollzähligem Gebiß gegenübergestellt. Ich ermittelte, daß bei angeborener Zahnunterzahl das Gebiß merklich anfälliger war als bei den Kontrollkindern. Bei den älteren Gruppen war es noch einmal so stark von Karies betroffen, bei den 8 jährigen betrugen die Schädigungen sogar ein Mehrfaches des Üblichen. Gegenüber 222 kariösen Erkrankungen bei der alters- und zahlenmäßig übereinstimmenden Vergleichsgruppe stieg die Kariesfrequenz bei der Gruppe mit Zahnunterzahl auf 389, der DMF-Index auf 3,1 gegenüber 1,6 der Kontrollen, trotzdem es bei Zahnunterzahl durch die Lücken im Gebiß zu einer Einschränkung der Approximalkaries kommt.

	Anzahl	Alter	DMF-Zähne	DMF-Zahl
Kinder mit Unterzahl	123	6-17	389	3,1
Vergleichsgruppe	123	6-17	222	1,6

Nimmt man eine stammesgeschichtliche Tendenz zum Rückgang der Zahnzahl beim Menschen an, so scheinen sich damit die Faktoren zu verschärfen, die das Entstehen der Karies begünstigen.

Auf jeden Fall dürfte das Auftreten einer angeborenen Zahnunterzahl für uns ein Anlaß für eine einzuleitende Fluorprophylaxe sein.

Urbanisationsunterschiede zwischen Kindern der Innenstadt und der ländlichen Stadtrandgebiete von Halle

Die multikausale Auffassung der Karies als eines Zusammenspiels vieler verschiedener Faktoren deutet sie als ein gestörtes Gleichgewicht exogener und endogener Einflüsse und als Zeichen einer mit der zunehmenden Zivilisation schicksalsmäßig verknüpften, mit ihrer Höhe "synchron und symbat" verlaufenden Degeneration. Als Zivilisation wird dabei nach M a t h i s (118) "der Inbegriff des Äußeren Lebens angesehen, wie es sich durch Beherrschung der Natur in der Technik und staatlicher Organisation" ergibt. Zunahme der Zivilisation und Steigerung des materiellen Wohlstandes verursachen Kariesfluten, Krieg und Hunger - das lehrten die beiden gigantischen Ernährungsexperimente der 2 Weltkriege - einen Rückgang der Karieshäufigkeit.

Nach allem, was wir heute wissen, ist - außer in der Beteiligung somatischer, geographischer, geologischer, konstitutioneller und dispositioneller Faktoren - im Konsum raffinierter Kohlehydrate, besonders von Weißmehlen und Weißzucker und in gewissen industriellen und küchentechnischen Verfahrensweisen bei der Verarbeitung der Lebensmittel ein Bedingungskomplex gegeben, der bei der Pathogenese der Karies offenbar im Vordergrund steht.

Urbanisation

Eine besondere Verschärfung der Zivilisationsauswirkungen wird in der Verstädterung (Urbanisation) erblickt. Den Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung glaubt man durch einen Vergleich des Kariesbefalls verschieden stark zivilisierter Teile der Bevölkerung erbracht zu haben, die in enger räumlicher Nachbarschaft wohnen.

Es schien mir im Hinblick auf den sozialhygienischen Effekt gezielter kariesprophylaktischer Maßnahmen wichtig festzustellen, ob solche Urbanisationseinflüsse auch innerhalb des Untersuchungs-

gutes unserer Jugendzahnklinik erkennbar wären. Gehören doch zu den von uns Betreuten ebenso Kinder aus ausgesprochenen Großstadtwohnbezirken der Innenstadt, die in vielstöckigen Häusern in engen sonnenlosen Höfen und verkehrsreichen asphaltierten Straßen aufwachsen, wie auch Kinder aus den neueingemeindeten noch völlig ländlichen Randbezirken mit Dörfern vorwiegend landwirtschaftlicher Prägung, von Feldern, Wiesen und Wald umgeben.

Ich bildete daher zwei Untersuchungsgruppen - die eine aus Grundschülern der Innenstadt, die andere aus Grundschülern der Stadtrandgebiete - und verglich die Befunde hinsichtlich der Anzahl der kariesfreien Kinder, der nichtsanierten, teilsanierten und völlig unsanierten Gebisse sowie der Ausdehnung der festgestellten Defekte.

Was die Standardernährung anlangt, so dürften für Stadt- und Landkinder keine nennenswerten Unterschiede bestehen. Immerhin kann als wahrscheinlich angenommen werden, daß die Dorfkinder mehr Obst verzehren als ihre Altersgenossen in der Innenstadt, da es ihnen in reichlichem Maße zuwächst. Sicher ist auch die Gelegenheit, beim Kaufmann Näschereien, feine Backwaren und Eis zu holen, auf dem Lande weniger gegeben als in der Stadt, wo fast an jeder Straßenecke irgend ein Kiosk "Eiskerzen", Bonbons und "Zucker am Stiel" feilbietet und die Auslagen der Konditoreien in kaufmännischer Ausnutzung menschlicher und kindlicher Genußfreudigkeit mit zuckergußgeschmückten Torten und verführerischem Backwerk locken, ohne Rücksicht auf die Ergebnisse wissenschaftlicher Ernährungsforschung. Auch mögen moderne Küchengepflogenheiten der Mütter in der Stadt, die die zeit- und arbeitssparende Verwendung preiswerten Konservengemüses bevorzugen, anstatt den Gemüsebedarf wie die Hausfrauen auf dem Dorfe aus dem eigenen Küchengarten zu decken, zu einer ungünstigen Wirkung auf die Zahngesundheit führen.

Ein weiterer Umstand dürfte von mindestens gleicher Bedeutung sein: auf dem Lande leben die Kinder während der warmen Jahreszeit tagsüber praktisch andauernd im Freien, eher spärlich als ausreichend bekleidet, und so der unmittelbaren Einwirkung der Sonnenstrahlung in ungleich höherem Grade teilhaft als ihre städtischen Kameraden. Auch ist im Innengebiete der Stadt durch die Ver-

staubung der Luft infolge der hohen Verkehrsfrequenz ein Unterschied in der Insolationswirkung in Rechnung zu stellen, da Lichteinflüsse eine deutliche Beziehung zu den Stoffwechselvorgängen haben. In jedem Falle ist der für das einzelne Kind - wenigstens in der im Freien verbrachten Hälfte des Jahres - zur Verfügung stehende "Lebensraum" auf dem Lande ungleich größer.

Eine erhöhte Anfallbereitschaft für Karies kann in der Stadt aber vor allem gegeben sein durch das zahlenmäßige Überwiegen einer Schicht von Menschen mit gesteigerter zerebraler und innersekretorischer Ansprechbarkeit und daraus resultierender vermehrter Reaktionsbereitschaft. Da die lebhaften und unruhigen Elemente in die Stadt abwandern, kommt es hier zu einer Häufung sensibler vegetativ betonter Bevölkerungsteile und im Gegensatz dazu zu einem "Sedimentieren" der weniger Unternehmenden auf dem Lande. Nur die Agilen, Leistungs- und Anpassungsfähigen können sich in der Großstadt durchsetzen, bez. ziehen überhaupt in die Städte, während die ruhigeren, unbeweglicheren, "weniger nervösen" Typen auf dem Lande verbleiben. Innerhalb der Städte aber wächst so, durch Gattenwahl begünstigt eine reizempfindlichere Generation heran.

Auf diese gesiebte vegetativ-labile Jugend trifft nun die Vielfalt des Stadtlebens: die gegenüber dem Lande intensiveren Eindrücke auf optischem und akustischem Gebiete, die Fülle des Lichtes am Abend, die ständig durch den raschen Verkehr wechselnden Bilder, die das Auge aufnehmen muß, die Sichtwerbungen, Lichtreklamen, Geschäftsauslagen, die Erlebnisse des Filmes und Fernsehens. Und für das Ohr die Geräusche des Radios, der öffentlichen Lautsprecher, der Lärm von Eisenbahn, Auto und Flugzeug und schließlich der Zwang, sich dem Verkehr mit höchster Anspannung anzupassen - also die "Hetze", der wir alle, auch die Kinder irgend wie unterworfen sind.

Man kann hier die Ricker-Speranskysche Theorie für die Pathogenese der Karies heranziehen, nach der das Krankheitsgeschehen durch reflektorische Irritation unter Einbeziehung des Vegetativums entsteht: die regelmäßigen Funktionen und Leistungen werden von gemeinsamen zentral-neuralen Stellen her gesteuert und hängen von dem ungestörten neutrophen Ablauf des Lebensrhythmus ab. Kommt

es zu Störungen in diesem neural gelenkten Rhythmus, so resultiert eine erhöhte Krankheitsbereitschaft für Karies. Wir können also durch eine Reizüberflutung sehr wohl von der Gefahr eines Urbanisationstraumas bei unserer Stadtjugend sprechen.

Die Urbanisationswirkung kam bei unseren Untersuchungsreihen in einer verringerten Anzahl kariesfreier Gebisse in der Stadtgruppe zum Ausdruck.

Übersicht in %

Über den Gebißzustand in den Grundschulen der Innenstadt Halle:

Schule:	kariesfrei	nichtsaniert	teilsaniert	saniert
Bierut	18,9	27,0	40,3	13,8
Diesterweg	23,3	26,8	40,0	9,0
Dr..K.Fischer	23,1	28,1	30,1	18,7
A.H.Francke	23,4	26,1	30,0	20,5
Frieden	24,1	24,3	29,9	21,7
Giebichenstein	22,8	26,5	30,2	20,5
Glaucha	22,1	26,3	40,1	11,5
Goethe	22,5	24,4	42,2	10,9
Hutten	23,0	23,8	36,2	17,0
Johannes	23,9	23,1	32,2	20,8
Kröllwitz	27,1	22,1	29,1	21,7
Lessing	25,2	24,0	31,1	19,7
Luther	24,4	24,1	36,4	15,1
G.Nachtigal	24,4	24,2	35,8	15,6
Schiller	25,3	24,0	31,4	19,3
Steintor	23,1	26,3	26,1	24,5
Talamt	22,8	29,1	27,1	21,0
Trotha	23,4	28,9	27,4	20,3
Weidenplan	23,2	28,7	27,2	20,9
Weingärten	23,0	27,2	29,3	20,5
Wittekind	24,3	26,6	28,1	21,0

s.dazu Abb. 53

Überblick über den Gebißzustand in den Grundschulen der Innenstadt Halle.

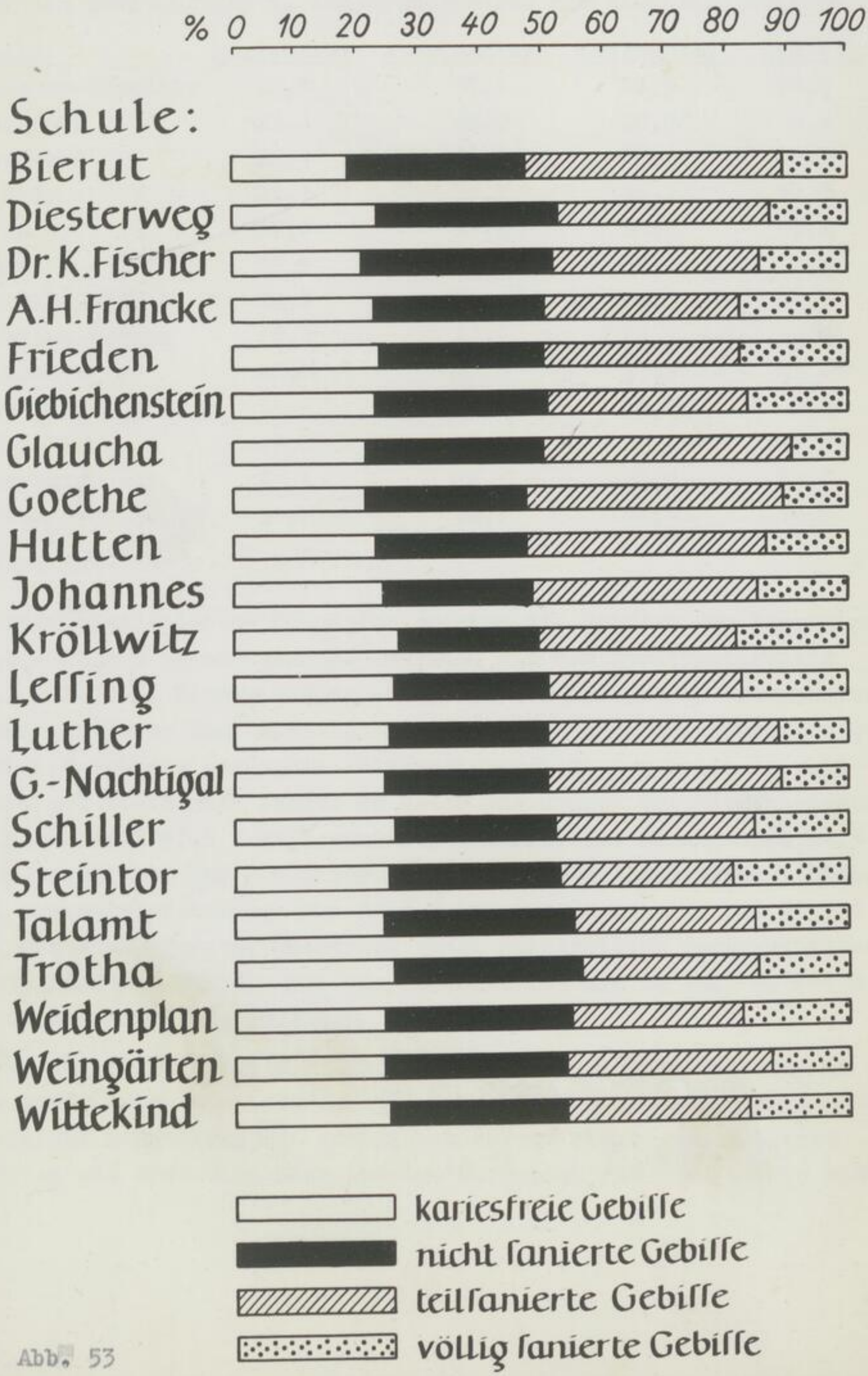


Abb. 53

Übersicht in %

über den Gebißzustand in den Grundschulen der Stadtrandgebiete:

Schule:	kariesfrei	nichtsaniert	teilsaniert	saniert
Böllberg-Wörmlitz	22,2	31,4	29,5	16,9
Bruckdorf	23,4	48,2	20,0	8,2
Büschdorf	23,1	40,1	26,1	10,7
Diemitz	24,1	32,2	26,7	17,0
Dölau	27,4	27,9	29,5	15,2
Kanena	26,9	48,3	15,1	9,7
Lettin	28,5	34,1	22,7	14,7
Mötzlich-Tornau	26,2	44,2	18,7	10,9
Nietleben	28,7	27,6	27,9	15,8
Passendorf	26,8	48,3	16,6	8,3
Radewell	29,0	33,3	22,4	15,3
Reideburg	32,1	28,1	22,3	17,5
Seeben	29,0	46,2	14,1	10,7

s.dazu Abb. 54

Beim statistischen Vergleich zeigten die Schüler der Innenstadt 18,9 - 28,9 % primär gesunde Gebisse, die der Stadtrandgebiete 22,2 - 32,1 %. Dieser Vorzug einer bei der Landjugend erkennbaren primär größeren Kariesfestigkeit wird allerdings weitgehend aufgehoben durch die geringere Füllungsintensität der behandlungsbedürftigen bleibenden Zähne. So hatte die Gruppe der Landgemeinden im Höchstfall 17,5 % voll sanierte Gebisse, die Stadtgruppe 24,5 %. Noch deutlicher ist der Unterschied bei den teilsanierten Gebissen mit Prozenthöchstwerten von 29,5 % bei der Landjugend und 40,2 % bei den Stadtkindern. Überhaupt nicht zahnärztlich versorgt waren trotz kariöser Schäden bei den Landschülern bis zu 48,3 %, bei den Stadtgruppen bis zu 29,1 %.

In diesen Befunden spiegelt sich der Mangel an Zahnärzten in den städtischen Randbezirken. In mehreren Gemeinden ist eine zahnärztliche Behandlung mit zeitraubenden und nicht ganz billigen Fahrten mit Eisenbahn oder Autobus verbunden und für jüngere Kinder

Überblick über den Gebißzustand in den Grundschulen der Stadtrandgebiete von Halle.

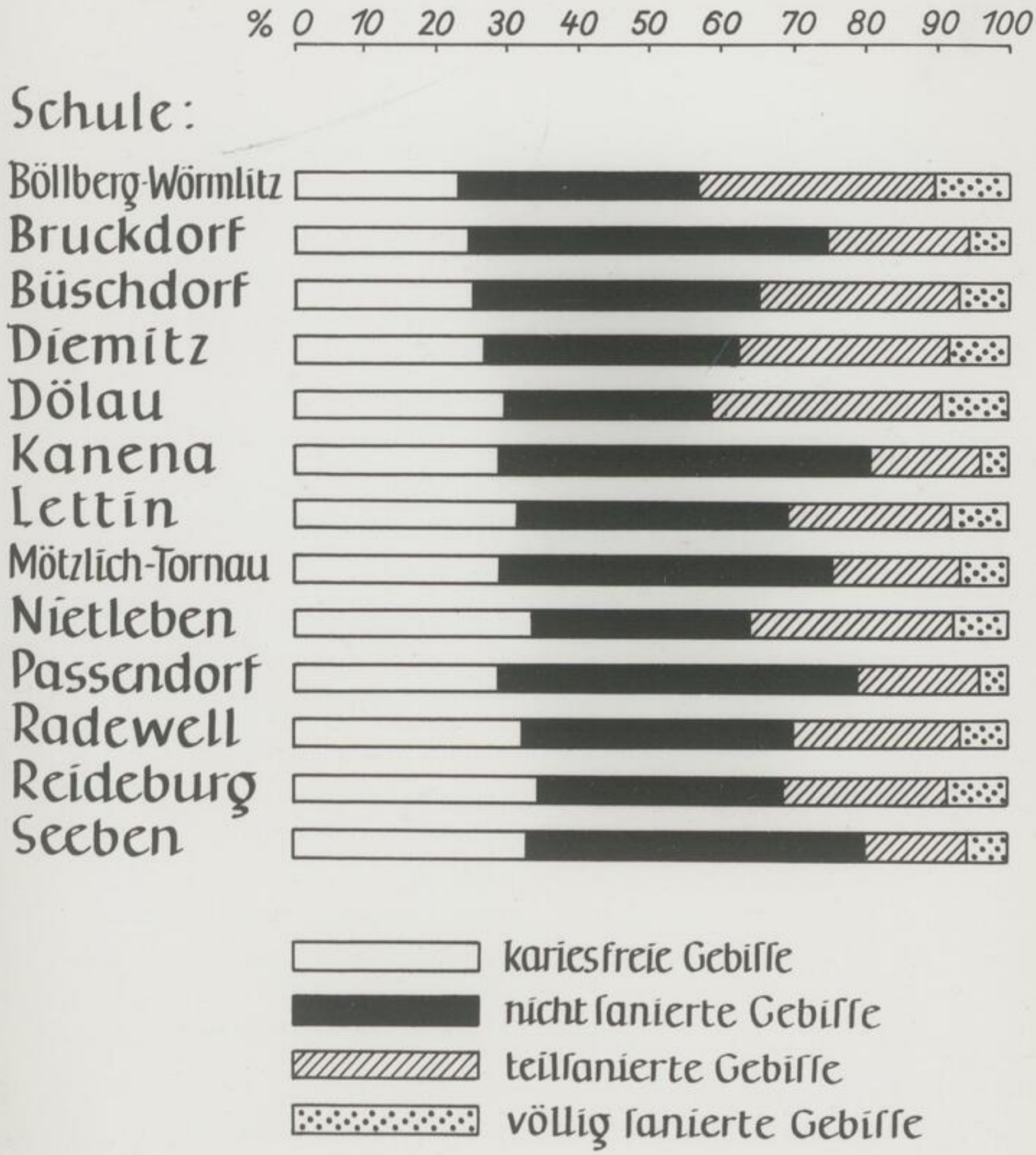


Abb. 54

ohne Begleitperson schwer zu bewerkstelligen. Auch setzte die jugendzahnärztliche Betreuung durch unsere jährlichen Reihenuntersuchungen in den Schulen der Randbezirke erst 1952 mit der Eingemeindung in das Stadtgebiet ein, vorher fehlte so gut wie jede systematische Überwachung des Gebißzustandes.

Größe der Defekte

Auch in der Ausdehnung der kariösen Läsionen vermögen sich Abweichungen in der Anfallsbereitschaft zweier Beobachtungsgruppen auszudrücken. Kariöse Prozesse zeigen eine sehr unterschiedliche Entwicklungstendenz und können das ganze Spektrum von der caries sicca bis zur explosiv auftretenden und rapide fortschreitenden floriden Karies aufweisen.

Zur Ermittlung der Größe der aktuellen und potentiellen Verfallsflächen eignet sich am besten die zeichnerische Darstellung des approximativen Umfanges einer Kavität oder einer Füllung auf dem Untersuchungsschema, wie sie auch in der vorliegenden Studie angewandt wurde.

Der ungefähre Verfallszustand der Zahnhartgewebe wurde nach 5 Graden bemessen:

I. Karies 1. Grades: reine Schmelz- oder Zementkaries
II. " 2. " : Dentinkaries
III. " 3. " : Dentinkaries mit Wurzelfüllung
IV. Wurzeln
V. Durch Karies veranlaßte Extraktion

Zur Untersuchung herangezogen wurden

2061 Landkinder (934 Jungen und 1127 Mädchen) und
2106 Stadtkinder (952 Jungen und 1154 Mädchen).

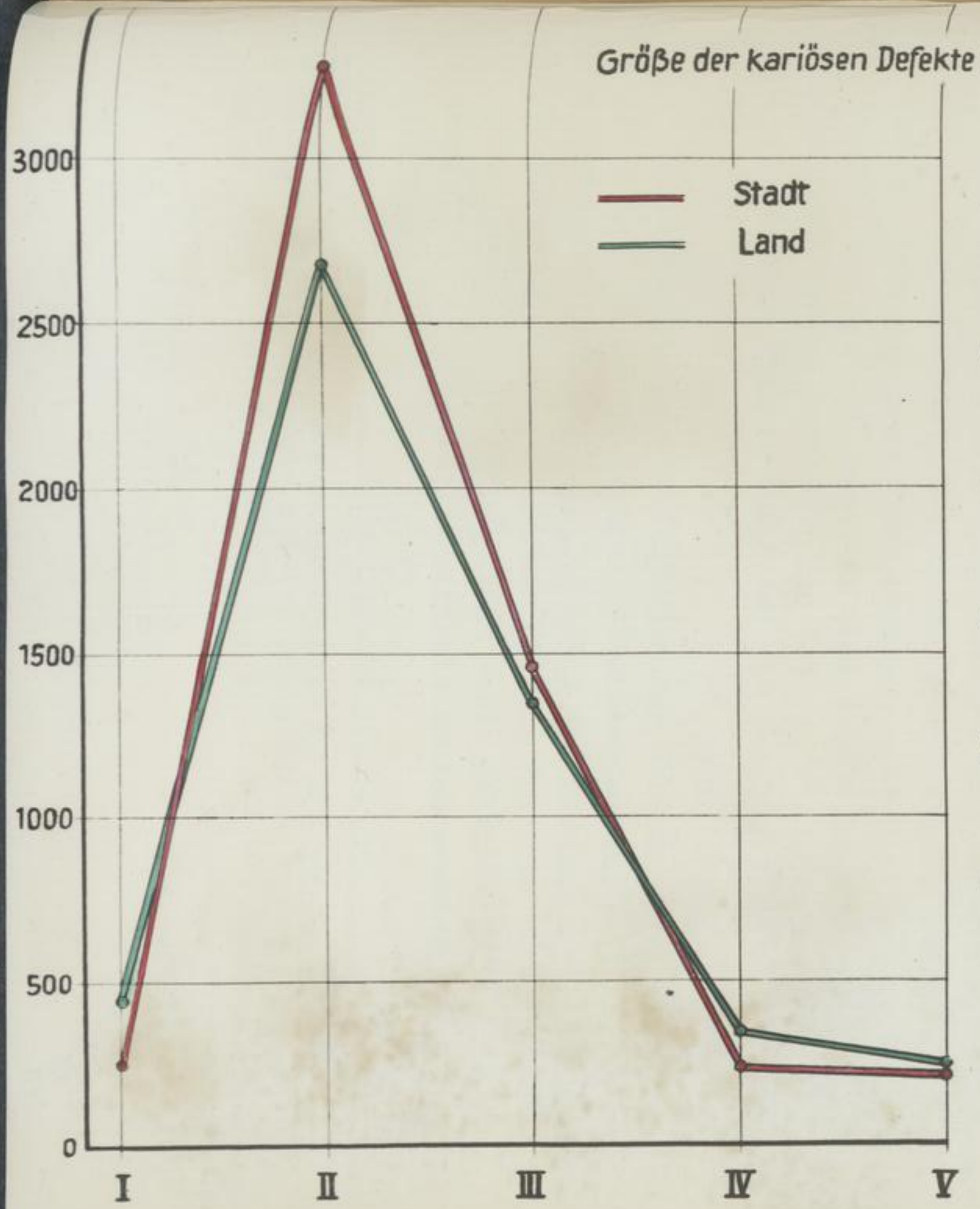
Die Aufschlüsselung der Einzeldefekte in die 5 Schweregrade ergab folgende Aufstellung:

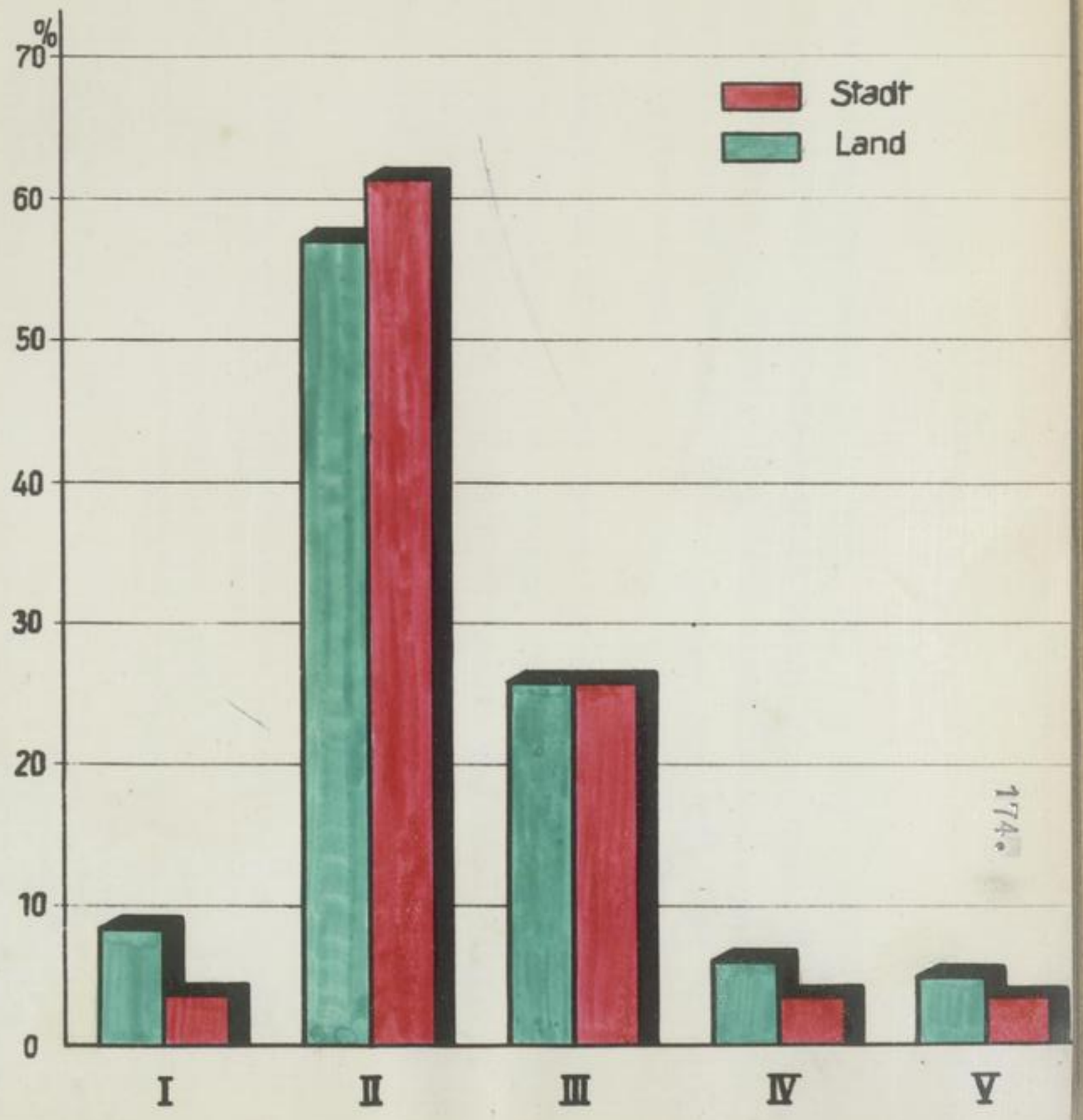
Land:	I	II	III	IV	V	Gesamt
934 Jungen	176	1214	587	169	104	2250
	=7,8%	=53,9%	=26,1%	=7,5%	=4,6%	
1127 Mädchen	245	1459	748	165	129	2746
	=8,9%	=53,1%	=27,2%	=6,1%	=4,7%	
Gesamtzahl 2061	421	2673	1335	334	233	4996
	=8,4%	=53,5%	=26,7%	=6,6%	=4,7%	
Stadt:						
952 Jungen	99	1356	616	95	90	2256
	=4,3%	=60,1%	=27,3%	=4,2%	=3,9%	
1154 Mädchen	141	1930	825	127	112	3135
	=4,5%	=61,5%	=26,3%	=4,1%	=3,6%	
Gesamtzahl 2106	240	3286	1441	222	202	5391
	=4,4%	=60,9%	=26,7%	=4,1%	=3,8%	

Eine graphische Darstellung der absoluten Zahlen sowie der Prozentwerte ist in den Abb. 55 und 56 gegeben.

Karies 1. Grades tritt in der Landgruppe in fast doppelter Höhe auf als in der Stadtgruppe, während bei der Karies 2. Grades die Stadtgruppe die höheren Werte aufweist. Daraus könnte auf eine langsamere Entwicklung des Zahnverfalls bei den Landkindern geschlossen werden. Für Karies 3. Grades ist der Befund in beiden Gruppen der gleiche. Die bessere zahnärztliche Versorgung der Stadtkinder mag hier erkennbar werden, die es nicht zu noch schlimmerem Zerfall kommen ließ, wie sie auch Ursache sein wird für die geringere Anzahl tiefzerstörter Zähne (Wurzeln) und Extraktionen in der Stadtgruppe. (4,1% bez. 3,8% gegenüber 6,6% bez. 4,7%)

Größe der kariösen Defekte in einer Stadt - und einer Landgruppe





Ich glaube also sagen zu können, daß die Landjugend trotz ihrer primär größeren Kariesfestigkeit einer Fluorprophylaxe in gleichem Maße bedürftig ist, weil einmal entstandene kariöse Defekte mutmaßlich nicht so weitgehend konservierend behandelt werden würden.

Ganz abgesehen davon aber schreitet die Verstädterung auch des Dorfkindes fort. Dies gilt in erster Linie für die Fahrschüler, die morgens das Haus zum Besuch städtischer Schulen verlassen und erst im Laufe des Nachmittags heimkommen. Der Prototyp des Schulkindes wird mehr und mehr das Stadtkind sein.

Weitere Faktoren, die möglicherweise das Kariesgeschehen des kariesresistenten und des hochkariesanfälligen Schulkindes bestimmen

Dem weiteren Versuch einer Beantwortung der uns so wichtigen Frage, worin sich die hochkariesaktiven Kinder von ihren kariesfreien Altersgenossen unterscheiden, galt eine letzte statistische Studie, die ich unternahm, um noch andere bestimmende Faktoren des Kariesgeschehens innerhalb der beiden Extremgruppen aufzuspüren. Als Grundlage dienten uns dabei die schulärztlichen Gesundheitsbogen.

Einer Gruppe von 1 600 Kindern der Geburtsjahrgänge 1940-1949, die einen für ihr jeweiliges Alter überdurchschnittlich hohen Kariesbefall zeigten, stellte ich 1 661 absolut kariesfreie altersentsprechende Kinder gegenüber und zog folgende Daten aus den Befunden heraus: in auffallender Weise gekoppelt an überdurchschnittlich erhöhte bez. geminderte Kariesbereitschaft wurden gefunden:

Die Möglichkeit der Einsichtnahme in die schulärztlichen Gesundheitsbogen verdanke ich dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Dr.med.Dr.med.dent. M ü h l p f o r t e , Schularzt des Stadtbezirkes 3.

1. Höhe des Geburtsgewichtes
2. Länge der Stillzeit
3. Rachitis
4. Tuberkulose
5. Ernährungsstörungen im Säuglingsalter
6. Zähneknirschen
7. Rothaarigkeit
8. Elterlicher Beruf
9. Berufstätigkeit der Mutter
10. Anzahl der Geschwister
11. Umsiedlerschicksal

1. Höhe des Geburtsgewichtes und Karies: Den Berechnungen des Geburtsgewichtes war für die kariesresistenten Jungen ein Mittelwert von 3475 g, für die kariesresistenten Mädchen ein solcher von 3235 g zu entnehmen, während sich für die hochkariesaktiven Knaben ein Durchschnitt von 2950 g, für die hochkariesaktiven Mädchen von 2820 g ergab. Es resultiert daraus eine Diskrepanz von 550 g bez. 415 g zuungunsten der kariesgefährdeten Kinder.

Nur 353 = 22,1 % der Hochanfälligen erreichten oder überschritten das Durchschnitts-Geburtsgewicht des resistenten Flügels; nur 270 Kinder = 16,2 % der kariesimmunen Gruppe waren bei ihrer Geburt leichter als es dem mittleren Geburtsgewicht der Gegengruppe entsprach.

	Mädchen	Knaben
Kariesresistente Gruppe:	3235 g	3475 g
Hochkariesaktive Gruppe:	2820 g	2950 g

2. Länge der Stillzeit und Karies: Eine augenfällige Differenz war aus der Berechnung der Stillzeit in den beiden Gruppen abzulesen. Betrug sie bei den Resistenten 16 1/2 Wochen im Mittel, so sank sie bei den Hochkariesaktiven auf durchschnittlich 7 Wochen ab. Bei beruflich tätigen Müttern war sie oft noch weiter verkürzt, meist auf 6 Wochen, bis zum Ablauf des Schwangerschaftsurlaubes.

Flaschenkinder zählte ich in der kariesfreien Gruppe 51 = 3,1%, in der Gruppe der Anfälligen 77 = 4,7 %.

	Stillzeit	Flaschenkinder
Kariesfreie Gruppe:	16 1/2 Wochen	51 = 3,1 %
Hochkariesaktive Gruppe:	7 Wochen	77 = 4,8 %

3. Rachitis und Karies: Von unseren kariesfreien Probanden hatten nur 29 = 1,7 % eine Rachitis durchgemacht. Bei der hochkariesgefährdeten Gruppe zeigte der Befund mit 226 rachitisch erkrankt Gewesenen = 14,1 % der aktiven Gruppe fast den 8 1/2 fachen Wert.

	Mädchen	Knaben	beide Geschl.
	Rachitis %	Rachitis %	Rachitis %
Kariesfreie Gruppe:	13 = 1,8 %	16 = 1,7 %	29 = 1,7 %
Hochkariesaktive Gruppe:	109 =12,7 %	117 =15,7 %	226 =14,1 %

4. Tuberkulose und Karies: In meinen Erhebungen kommt eine etwa doppelt so große Kariesbereitschaft der tuberkulös erkrankten Kinder zum Ausdruck.

	Mädchen		Knaben		beide Geschl.	
	Tuberk.	%	Tuberk.	%	Tuberk.	%
Kariesfreie Gruppe:	13 = 1,8	%	23 = 2,4	%	36 = 2,1	%
Hochkariesaktive Gruppe:	35 = 4,1	%	39 = 5,2	%	74 = 4,6	%

5. Ernährungsstörungen im Säuglingsalter und Karies: Hatten von den kariesfreien Kindern nur 18 = 1,1 % im Säuglingsalter eine Ernährungsstörung durchgemacht, so betrug die Zahl der ernährungsgestörten Kinder bei den Kariesaktiven 224 = 14,0 %.

	Mädchen		Knaben		beide Geschl.	
	Ern.Stö.	%	Ern.Stö.	%	Ern.Stö.	%
Kariesfreie Gruppe:	6 = 0,8	%	12 = 1,3	%	18 = 1,1	%
Hochkariesaktive Gruppe:	113 = 13,2	%	111 = 14,9	%	224 = 14,0	%

6. Zähneknirschen und Karies: Es gab unter den resistenten Kindern nur 6 Kinder gegenüber 84 Knirschern unter den Kariskranken. Das entspricht einem 14 fachen Wert in der letztgenannten Gruppe.

	Mädchen Knirscher %	Knaben Knirscher %	beide Geschl. Knirscher %
Kariesfreie Gruppe:	2 = 0,3 %	4 = 0,4 %	6 = 0,4 %
Hochkariesaktive Gruppe:	42 = 4,9 %	42 = 5,6 %	84 = 5,3 %

7. Rothaarigkeit und Karies: Rothaarigkeit war ebenfalls mit erhöhter Kariesbereitschaft gekoppelt. Unter den Resistenten buchten wir nur 15 Rothaarige = 0,9 %, unter den Hochkariesaktiven die fünffache Anzahl, 79 = 4,9 %.

	Mädchen rothaarig %	Knaben rothaarig %	beide Geschl. rothaarig %
Kariesfreie Gruppe:	9 = 1,3 %	6 = 0,7 %	15 = 0,9 %
Hochkariesaktive Gruppe:	33 = 3,9 %	46 = 6,2 %	79 = 4,9 %

8. Elterlicher Beruf und Karies: Neben der im Biologischen verankerten Erkrankungsbereitschaft gegenüber Karies sind die sozialen Verhältnisse nicht zu übersehen. Der Beruf der Eltern zwar blieb ohne erkennbaren Einfluß auf die Karieshäufigkeit in beiden Gruppen, wenn auch Bäckerkinder und Kinder, deren eines Elternteil als Bonbonkocher in den großen Halleschen Süßwarenfabriken arbeiteten, in höherer Anzahl in der Gruppe der Hochkariesaktiven auftraten.

9. Berufstätigkeit der Mutter und Karies: Außerordentlich wichtig in sozialhygienischer Sicht ist der aus unseren Erhebungen sichtbare Umstand, daß von den Hochkariesanfälligen 47,9 % berufstätige Mütter hatten, von den Resistenten dagegen nur 28,8 %.

Hier mögen sich zwei ursächlich verschiedene Faktoren überschneiden. Oft gehen in den Familien beide Eheleute dem Erwerb nach, um den "materiellen Stand der Familie" zu heben - häufig nicht aus echter Not, sondern wegen unnötig gesteigerter "Ansprüche an das Leben" oder einer falschen Rücksichtnahme auf die besser situierte Umgebung. Dies hat meist automatisch eine überfeinerte Ernährungsform im Gefolge mit im Übermaß genossenen Kohlehydraten, mit dem Verzehr von viel Kuchen, Weißbrot, Konditoreierzeugnissen und Näschereien und den daraus resultierenden verhängnisvollen Auswirkungen auf den Gebißzustand. Ganz anders liegen die Zusammenhänge da, wo die Mutter außerhalb des Hauses arbeiten muß, weil der Vater als Ernährer der Familie ausgefallen ist und Renten und andere Einkünfte nicht zum Unterhalt ausreichen. Hier wird der Lebenszuschnitt vermutlich einfacher und die Kost naturnäher und gesünder sein.

In beiden Fällen aber können die erwerbstätigen Frauen ihre eigentliche Aufgabe als Hausfrau und Mutter nicht oder nur unvollkommen erfüllen. In beiden Fällen vereinsamen die Kinder, die bestenfalls den Großeltern anvertraut oder in Kindergärten oder -horten untergebracht werden, häufig genug aber nur noch "Schlüsselkinder" sind. Das gesamte Klima der Familie ist kühler geworden, es fehlt die richtige "Nestwärme". An die Stelle ruhigen Geborgenseins im Schutze der Erwachsenen ist das Gefühl der Vereinsamung getreten, vor allem beim Einzelkind, wo Geschwister fehlen.

Es zwingt sehr zum Aufmerken, daß von den 385 Einzelkindern mit berufstätigen Müttern nur 16,6 % der kariesfreien Gruppe angehören, 83,4 % von ihnen waren hochkariesaktiv. (Abb. 57)


EINZELKINDER
MIT BERUFSTÄTIGEN MÜTTERN
%
90
80
70
60
50
40
30
20
10
83,4
16,6
KARIESHOCHANFÄLLIG
KARIESRESISTENT

Abb. 57

10. Anzahl der Geschwister und Karies: Mit zunehmender Geschwisterzahl sinkt die Kariesbereitschaft. Besonders in die Augen fallend war der hohe Anteil Einzelkinder unter den Hochkariesanfälligen. Fast die Hälfte dieser Gruppe, 753 = 47,1 % wuchs ohne Geschwister auf. Unter den Resistenten fanden sich nur 328 = 19,1 % Einzelkinder. Auch Kinder mit nur einem Geschwisterteil sind überwiegend in der Kariesgruppe vertreten: 451 gegenüber nur 365 bei den Resistenten. Erst bei Probanden mit 2 Geschwistern sind die Relationen vertauscht: hier haben die kariesfreien Gebisse die größere Zahl aufzuweisen mit 359 im Vergleich zu den stark zerstörten mit 274.

Kinderzahl	resistent		hochkariesaktiv	
Einzelkind	328	19,7 %	753	47,2 %
2 Kinder	365	21,9 %	451	27,2 %
3 "	359	21,6 %	274	17,1 %
4 "	309	18,0 %	66	4,1 %
5 "	127	7,6 %	22	1,4 %
6 "	83	5,0 %	13	0,8 %
7 "	44	2,6 %	11	0,7 %
8 "	9	0,1 %	3	0,2 %
9 "	9	0,05%	4	0,3 %
10 "	23	1,4 %	–	----
11 "	4	0,2 %	1	0,1 %
12 "	–	----	–	----
13 "	–	----	1	0,1 %

Die Gesamtkinderzahl in den Familien der Kariesresistenten betrug 5 253 Kinder (durchschnittlich 3,2 Kinder je Familie), in den Familien der Hochkariesaktiven gab es insgesamt 3 108 Kinder (im Mittel 1,9 Kinder pro Familie). (Abb. 58)


%
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
Geschwisterzahl in der karies-
freien und in der hochkariesan-
fälligen Gruppe (Prozentwerte)
Karieshochaktive Kinder
Kariesfreie Kinder
Einzelkind
1
2
3
4
5
6
7 Geschwi-
ster

Abb. 58

11. Umsiedlerschicksal und Karies: Umsiedlerkinder waren in der Gruppe der Hochkariesaktiven in doppelter Menge festzustellen: 232 = 14,5 % gegenüber 124 = 7,3 % bei den Kariesfreien.

Dies erstaunt nicht, wenn man bedenkt, daß diese Kinder durch die Katastrophe der Zeit seelisch-traumatisch geschädigt sein dürften. Aus den Lagern für Auslandsflüchtlinge wissen wir, daß Menschen mit ausgezeichneten Gebissen bereits nach einem Jahre schwer mit Karies befallen waren, weil sich Ernährungsumstellungen und Umweltänderungen destruktiv auf den Zahnzustand auswirkten. Wieviel stärker mögen die Einflüsse einer soziologisch veränderten und damit labilisierten Familie auf das ungleich beeindruckungsfähigere Kind gewesen sein.

Es häufen sich also im k a r i e s f r e i e n Flügel hohes Geburtsgewicht, lange Stillzeit, große Geschwisterzahl, schwarzer Zahnbelag, Heimerziehung, Debilität.

Dagegen finden sich unter den K a r i e s a k t i v e n zahlreiche Fälle von geringem Geburtsgewicht, kurzer Stillzeit, Rachitis, Tuberkulose, Ernährungsstörungen im Säuglingsalter, Zähneknirschen, Rothaarigkeit, Berufstätigkeit der Mutter, Geschwisterlosigkeit, Umsiedlerschicksal, Unterzahl von Zähnen.

Nicht unerwähnt lassen möchte ich in diesem Zusammenhang die erhöhte Prophylaxe-Bedürftigkeit von Kindern mit Kiefer-Gaumen-Spalten sowie die der Haemophilen und das gute Gebiß der Diabetiker, die diätetisch eingestellt sind.

Läßt auch das Einzelsymptom keine Aussagen über eine Kariesdisposition zu, so dürfte doch der hier aufgezeigte Symptomkomplex auf einen Zusammenhang zum Kariesgeschehen hinweisen. Kumulieren sich mit erhöhter Kariesbereitschaft einhergehende Faktoren bei einem Kinde besonders auffällig, so scheint das von Bedeutung nicht nur für das Ausmaß seiner körperlichen und psychischen Schwierigkeiten, sondern auch für seine Gefährdung durch Karies zu sein, da eine Störung resultiert, die auf alle Bereiche des jugendlichen Organismus nachteilig wirkt.

Ich ging auf diese Beziehungen deshalb so ausführlich ein, weil es notwendig sein wird, den Blick auf diese mitbestimmenden Faktoren zu richten und diese individuellen Unterschiede bei den Kindern zu beachten, wenn wir den Weg finden wollen für eine gezielte Kariesprophylaxe.

Da die physiologische Kariesanfälligkeit bei unseren Probanden gekoppelt zu sein scheint an teilweise charakteristische Eigenschaften körperlicher und psychischer Art und an gewisse bestimmte Umweltbedingungen, sollte sich damit nicht ein Ausblick eröffnen, den Kreis von Kindern auszulesen, die für eine einzuleitende Fluorprophylaxe exogener oder endogener Methode in Frage kämen?

Gewiß wird manches davon vorerst ein intuitiv zu erfassendes Merkmal sein und wir werden jeden Faktor, den wir irgendwie in kariespositivem oder kariesnegativem Sinne wirkend eingeordnet haben, immer von neuem auf seine Stichhaltigkeit hin zu überprüfen haben.

Hinzuweisen wäre in diesem Zusammenhange noch auf eine wünschenswerte Vereinheitlichung und Präzisierung der Nomenklatur für die Eintragungen in die schulärztlichen Untersuchungsbogen, wo die charakterisierenden Vermerke oft recht unterschiedlich bezeichnet sind.

Dann könnte die Zusammenschau klinischer und sozialer Befunde es dem erfahrenen Jugendzahnarzt ermöglichen, eine Entscheidung über die Notwendigkeit prophylaktischer Behandlungen zu fällen.

Verbindliche verallgemeinernde Schlüsse werden vielleicht mit der Eingliederung in kompetentere Größenordnungen zu erreichen sein, doch fehlen vorläufig entsprechende statistische Bearbeitungen, soweit mit bekannt, vollständig, so daß mit der Mitteilung unserer Untersuchungsergebnisse zugleich ein Anlaß zur Nachprüfung an weiterem Beobachtungsgut gegeben sein könnte.

Zusammenstellung der Ergebnisse:

	Kariesresistente Gruppe	Karieshochanfällige Gruppe
Gesamtzahl	1661	1600
Mädchen:	713	855
Jungen :	948	745
Geburtsgewicht		
Mädchen:	3235 g	2820 g
Jungen :	3475 g	2950 g
Stillzeit	16½ Wochen	7 Wochen
Flaschenkinder	51 = 3,1 %	77 = 4,8 %
Rachitis	29 = 1,7 %	226 = 14,1 %
Tuberkulose	36 = 2,1 %	74 = 4,6 %
Ernährungsstörungen	18 = 1,1 %	224 = 14,0 %
Knirscher	6 = 0,4 %	84 = 3,3 %
Rothaarigkeit	13 = 0,9 %	79 = 4,9 %
Berufstätigkeit der Mutter	480 = 28,8 %	766 = 47,9 %
Einzelkinder	328 = 19,8 %	753 = 47,1 %
Einzelkinder mit berufstätigen Müttern	64 = 3,9 %	321 = 20,1 %
Gesamtkinderzahl in den Familien	5352	3108
durchschnittliche Kinderzahl pro Familie	3,2	1,9
Umsiedler	124 = 7,5 %	232 = 14,5 %

Statistische Auswertung

Bei einer Anzahl unserer Daten war die Anwendung der statistischen Berechnungsformel nicht möglich, da keine Normalverteilung vorlag.

Es können deshalb nur folgende Ergebnisse auf ihre statistische Signifikanz hin geprüft werden:

	Kariesfreie Gruppe		Kariesaktive Gruppe			Vertrauensgrenze
	N_1	Z_1	N_2	Z_2		
Berufstätige Mütter	1661	480	1600	766	11,2	über 99,9% stark gesich.
Einzelkinder	1661	328	1600	753	16,5	über 99,9% stark gesich.
Einzelkinder mit berufstätigen Müttern	1661	64	1600	321	17,7	über 99,9 % stark gesich.
Umsiedler	1661	124	1600	232	6,4	über 99,9% stark gesich.
Flaschenkinder	1661	51	1600	77	2,5	99,4% gesichert

Die sozialhygienische Bedeutung einer gelenkten individuellen Kariesprophylaxe durch Fluor

Soziale Zahnheilkunde ist die Zusammenfassung aller Maßnahmen gesundheitspolitischer Art zum Zwecke der Vorbeugung und Behandlung von Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten bei der Gesamtheit des Volkes, soziale Zahnhygiene dasjenige ihrer Teilgebiete, das sich zum Ziele setzt, Zahnschäden zu verhüten, die nicht so sehr durch natürliche Umweltbedingungen als vielmehr durch das Leben in der Gesellschaft verursacht werden, d.h. also Beeinträchtigungen im Gefolge unserer zivilisierten Lebensform in ihrer unendlichen Vielgestalt. Es ist daher nicht möglich, soziale Zahnheilkunde und Sozialhygiene der Zahnerkrankungen vollkommen rein zu scheiden. Beide gehen hundertfältig in einander über und sind eng miteinander verflochten.

Das Arbeitsgebiet des sozialhygienischen Sektors besteht im wesentlichen in der Analyse und der statistischen Erfassung des Gesundheitszustandes der Gesamtbevölkerung oder großer Bevölkerungsgruppen, im Aufspüren der feinen, oft verborgenen Schwankungen im Krankheitsgeschehen und den Umschichtungen der an den Erkrankungsziffern beteiligten Personenkreise. Vor allem aber umfaßt sie die Organisation eines wirksamen vorbeugenden Gesundheitsschutzes. Die Prophylaxe ist so sehr Zentralproblem ihrer Bemühungen geworden, daß man die Aufgabe der Sozialhygiene in Bezug auf die Zahngesundheit mehr und mehr unter dem Begriff der "präventiven Zahnmedizin" zusammenschließt. Eine notwendige Voraussetzung für ihren Erfolg ist, daß die theoretische Arbeit der

Praxis voraneilt, um mit wissenschaftlicher Forschung die Grundlage für die Einleitung und Durchführung allgemeiner prophylaktischer Maßnahmen und gesundheitspolitischer Planungen zu schaffen.

Die Wechselbeziehungen zwischen Forschung und Praxis stellen ein lebendiges Moment der Weiterentwicklung dar. Einmal erfahren die Erkenntnisse der Wissenschaft hier ihre sinnvolle Auswirkung, zum andern ist die praktisch-klinische Befunderhebung - etwa in der Breitenarbeit einer umfassenden Fürsorge für die Zahngesundheit der Jugend - als experimentelle Grundlage für die Forschung zu werten, da nur Erhebungen mit großer Erfassungsbreite und an einem auslesefreien Material ein verläßliches Bild ergeben. Kleinere Untersuchungen, so wertvoll sie im einzelnen sind, bedeuten mehr oder weniger Stichproben, aus denen sich nicht mit Sicherheit allgemeingültige Gesetzmäßigkeiten ableiten lassen.

Herzstück und Basis jeder präventiven Zahnheilkunde ist die Jugendzahnpflege. Ihr geordneter Aufbau ist Vorbedingung für eine Besserung des überaus schlechten Gebißzustandes in heutiger Zeit. Wir wissen, daß die irreparablen Schäden am Gebiß größtenteils während des Schulalters entstehen und daß daher die präventive Behandlung gerade für diese Altersstufe eine unabdingbare Forderung des öffentlichen Gesundheitsdienstes darstellt.

Der Kariesanstieg in seiner sozialhygienischen Bedeutung und als Pandemie, seine sozialen Auswirkungen und Verknüpfungen werden erst in der Gegenwart mit Aufmerksamkeit verfolgt. Für die Volksgesundheit beinhaltet die Karies weit mehr als nur "schlechte Zähne". Der soziale Charakter der Karies beruht auf der Tatsache, daß die Karies selbst und ihre Folgen eine Verminderung der Arbeitsleistung bei den von ihr Betroffenen hervorruft mit allen sich daraus ergebenden nachteiligen Wirkungen auf die Volkswirtschaft. Wie die Tuberkulose, der Diabetes, der Rheumatismus und der Krebs ist auch die Karies eine soziale Krankheit von großer Tragweite und der volksgesundheitliche Wert prophylaktischer Bemühungen muß hoch veranschlagt werden.

Die Jugendzahnpflege als zahnärztliche Betreuerin ganzer Generationen heranwachsender junger Menschen stellt sich in bewußter Verantwortlichkeit in den Dienst der prophylaktischen Behandlung der Karies. Ihre Aufgaben und ihr Wirkungsbereich sind klar vorgezeichnet, ihre sozialhygienischen Prognosen erstrecken sich über Generationen.

Abb. 59

Obige Kurve zeigt den Kariesanstieg bei den 14-jährigen Hallenser Schulkindern zwischen 1950 und 1956.

Die alarmierende Zunahme der Karies nach Beendigung des Krieges, die statistisch eindeutig bewiesen ist, zwingt uns zum Handeln. Ungeheure Summen müssen für die Behebung kariöser Schäden aufgebracht werden. 1953 wurden z.B. in Oesterreich 700 Millionen Schillinge, in Schweden 170 Millionen Kronen, in der Schweiz 150 Millionen Franken, in den USA 1,7 Milliarden Dollar, in Italien 170 Millionen Lire für die Zahnbehandlung aufgewendet. Im westdeutschen Raum verschlangen allein die Gebißsanierungen für 37 Millionen Krankenversicherte im Jahre 1951 227 Millionen Mark, die Behandlung von Herdinfektionskrankheiten - wovon ein beträchtlicher Teil durch Karies verursacht sein dürfte - erforderte weitere 140 Millionen Mark. Nicht einbezogen in diese Summen sind die Kosten für dentalbedingte Erkrankungen des Magendarmkanals und schließlich die Verluste durch Arbeitsausfall und verminderte Erwerbsfähigkeit auf Grund von Zahnerkrankungen und deren direkte und indirekte Folgen. Alles in allem dürfte in Westdeutschland zur Zeit von Krankenkassen und nicht versicherten Personen die Summe von 500 - 600 Millionen Mark für die genannten Zwecke zu veranschlagen sein.

Diese Summen werden sich aller Voraussicht nach erhöhen. Wenn man die Kariesziffern der seit 10 Jahren planmäßig von mir überwachten 40 000 Jugendlichen des Stadtkreises Halle sowie vergleichbare Statistiken vor allem Schweizer Jugendzahnärzte studiert, so ergibt sich schlüssig, daß die Zahl der ergriffenen Zähne je Individuum unaufhörlich und beachtlich zunimmt, daß der Verlust bleibender Zähne bei den Jugendlichen ansteigt und daß die Verschlechterung des Zahnmaterials sich ausdrückt in einer ständig sich steigernden Behandlungsnotwendigkeit. Die zur Zeit bestehenden kritischen Schwankungen im Kariesbefall der 3-17-jährigen lassen auch noch nicht annähernd erkennen, auf welche Höhe die Be-

fallskurve sich in Zukunft einstellen wird, wir wissen nur, daß sie den Vorkriegsstand bereits erreicht hat und im Begriff ist, ihn zu überschreiten. Die zukünftigen Aufwendungen der Sozialversicherung auf dem zahnärztlichen Sektor aber werden maßgeblich von den bei den Jugendlichen auftretenden kariösen Defekten und dem Verlauf ihrer Kariesfrequenzkurve bestimmt, und es ist zu befürchten, daß der Kariesanstieg von 1951 ab sich in einer Erhöhung des späteren Sanierungsbedarfes auswirken wird, deren Kosten die Möglichkeiten der Sozialversicherung zu sprengen drohen.

Es wird auch nutzlos sein, eine generelle Umgestaltung unserer heute üblich gewordenen Zivilisationskost zu propagieren. Solche Bemühungen wären nur empfehlenswert, wenn sie sich in den Gewohnheitslebensrhythmus der Menschen einordnen ließen. Die kariogene zuckerreiche Kost aber, wie wir sie heute bevorzugen, entspricht wohl einem echten, aus den erhöhten Anforderungen unseres modernen Lebens resultierenden Bedürfnis und dürfte sich eher noch verstärken.

Die einzige reale Lösung des Kariesproblems liegt im Bereich der präventiven Zahnheilkunde, und ein sehr aussichtsreicher Weg - dies haben weltweite Versuche bewiesen - eröffnet sich mit dem chemisch-biologischen Vorgang einer Schmelzhärtung durch Einbau von Fluor-Ionen in das mikrokristalline Raumgitter des Apatits, wie er sowohl durch Kontaktbehandlung mit Fluorlösungen, wie auch durch enterale Verabreichung physiologischer Fluordosen zustande kommt.

Fluor stellt das einzige vorbeugende Mittel dar, das die Zahnmedizin in ihrer Geschichte bisher zur Verfügung hatte, und es sind mit ihm Ausblicke gegeben, die bei gewissenhafter Abwägung aller Umstände durchaus positiv zu bewerten sind. Als gezielte Individualprophylaxe dürfte die lokale Zahnschmelzhärtung durch Fluoridtouchierung für die Behandlung kariesanfälliger Kinder in der Periode hochaktiver jugendlicher Karies von wesentlicher Bedeutung sein. Die von uns ebenfalls begonnene Fluortablettenausgabe, die als sozialhygienische Maßnahme frühestens im Kindergartenalter anwendbar ist, sollte im Interesse des Kindes sowohl als

auch der Mutter eigentlich schon während der Schwangerschaft über die Mütterberatungsstellen einsetzen.

Beide Prophylaxeformen haben den Vorzug, daß sie die persönliche Freiheit nicht tangieren und auch dort Anwendung finden können, wo die Durchführung genereller kariesprophylaktischer Maßnahmen - etwa die Trinkwasserfluorierung - nicht möglich ist oder auf Widerstand stößt.

Jede erfolgreiche Arbeit in dieser Richtung ist ein nicht zu unterschätzender sozialhygienischer Gewinn, vorausgesetzt, daß die vorbeugenden Maßnahmen mit tragbarem Zeit- und Kostenaufwand durchzuführen sind.

Es war Zweck dieser Arbeit festzustellen, inwieweit die in anderen Ländern und Erdteilen erhobenen Befunde über die kariesprotektive Fluorwirkung auch für unsere Verhältnisse gültig sind, und die Fluorprophylaxe für den Gebrauch in der Jugendzahnpflege praxisreif zu machen, einmal durch eine erfolgversprechende Abwandlung der überlieferten Standardmethode und durch Benutzung kariostatisch wirksamerer F-Verbindungen, wie sie in den Hexafluoriden nachgewiesen werden konnten, zum anderen durch eine Beschränkung der Behandlung - auch der enteralen - auf den überdurchschnittlich kariesdisponierten Anteil unter unserer Jugend, um auf diese Weise den sozialhygienischen Effekt zu sichern.

Gelingt es uns, bei diesem Viertel aller Kinder, das 64 % sämtlicher kariöser Defekte auf sich vereint und dessen Auswahl unter Zugrundelegung unserer Untersuchungsergebnisse bis zu einem gewissen Grade möglich sein dürfte, durch zielbewußte Fluorprophylaxe, Rachitisprophylaxe, durch intensive Aufklärung über die neuesten ernährungswissenschaftlichen Erkenntnisse und unter Hinweis auf die Wichtigkeit sorgsamer Mundhygiene einen Kariesrückgang von 50 % zu erreichen, so ergäbe dies eine Minderung der Gesamtkaries um ein volles Drittel. Dieses Ziel müßte bei dem relativ kleineren Kreis von Jugendlichen, den es derart zu überwachen gälte, zu erlangen sein.

Damit würde der Heilbedarf der nächsten Generation maßgeblich beeinflußt und der Sozialversicherung jene nicht unerhebliche Summe erspart werden, die anderenfalls für künftige konservierende, kieferorthopädische und prothetische Versorgungen und für die Behandlung von Fokalleiden aufzubringen wären.

Eine solche gezielte Prophylaxe zur Eindämmung der bedrohlich ansteigenden Karies ist die ureigenste Domäne der Jugendzahnpflege und als Aufgabe des öffentlichen Gesundheitsdienstes ihr dringlichstes und vornehmstes Anliegen. Zum ersten Male ist ihr die Möglichkeit gegeben, durch gelenkte vorbeugende Maßnahmen den Zahnverfall künftiger Generationen unter eine teilweise Kontrolle zu bringen. Es ist heute nicht mehr zu früh, diese Aufgabe in Angriff zu nehmen. Unsere Erfahrungen aus einer sechsjährigen Behandlungszeit sind als Schrittmacher gedacht für einen breiteren Einsatz der Fluorprophylaxe mit dem Ziele, der zahnärztlichen Versorgung der Zukunft ein günstigeres Bild zu geben. Auch Nichtstun würde hier Verantwortung bedeuten.

Könnten wir aber die Kariesflut in dem aufgezeigten Umfange reduzieren, so ist zu hoffen, daß unsere jugendzahnärztliche Arbeit, die jetzt noch von einer nicht enden wollenden Fülle konservierender Behandlung präokkupiert wird, sich schrittweise zu der befriedigenderen und sozialhygienisch wertvolleren Form eines wahrhaften Gesundheitsdienstes entwickelt, der auf der biologischen Grundlage präventiver Zahnheilkunde ruhend, sich einer umfassenden Gesamtprophylaxe sinnvoll einfügt.

Zusammenfassung

Nach einem geschichtlichen Überblick über das Fluorproblem werden kariesprophylaktische exogene und endogene Fluoridierungsmaßnahmen an mehr als 3 000 Schulkindern des Stadtkreises Halle nach einer von uns abgewandelten Form der Knutsonschen Standardmethode berichtet.

Viermalige Touchierungen mit Natriumfluorid - bei Wiederholung der Imprägnierungsserien in 2-jährigen Intervallen - bewirkten auf dem Wege über eine Einlagerung von Fluor-Ionen in das mikrokristalline Raumgitter des Schmelzapatits eine Verbesserung der Oberflächenqualität an bleibenden Zähnen und eine Reduktion des kariösen Neubefalls von etwa 30 % nach 6 Jahren.

Durch Verwendung von Fluor in komplex gebundener Form (als Magnesiumsilikofluorid bez. Kupfermagnesiumsilikofluorid) gelang es, die Reduktionswerte auf 39,68 % zu erhöhen (Versuchsdauer 4 Jahre).

Besonders erfolgreich erwiesen sich lokale NaF-Touchierungen bei hypoplastischen Zähnen mit einer Verminderung des Karieszuwachses von 64,91 %, während bei punktförmiger Initialkaries sowie zirkulärer Frontzahnkaries im Milchgebiß nur unwesentlich gesenkte Kariesraten resultierten.

Die erzielten Erfolge waren bei Fluoridierung des Gesamtgebisses mit NaF und Hexafluoriden sowie bei den Hypoplasien statistisch signifikant, z.T. sogar stark gesichert, bei den Versuchsreihen mit kleinerem Probandengut (Quadrantentest, unilaterale Fluoridierung) war der Unterschied statistisch nicht gesichert, jedoch wahrscheinlich.

Eine Kariesminderung bei Teilgruppen, die nur 1950 prophylak-

tisch mit NaF touchiert worden waren, konnte 1956 nur noch in einer Höhe von 4,11 % beobachtet werden.

Ein kariostatischer Effekt auf Grund der 1955 bei 320 Hallenser Schulanfängern begonnenen enteralen Fluormedikation durch schultägliche Verabreichungen von Tabletten zeichnet sich trotz der kurzen Anlaufszeit von 22 Monaten positiv ab.

Speicheluntersuchungen an 225 Probanden ergaben eine mäßige Senkung der Laktobazillenzahlen bei lokaler Fluoridierung, eine ausgeprägtere bei Tablettenverabreichung. Aus den statistisch echten Befunden kann eine bakteriostatische Wirkung der Fluoride auf die Mundmikroflora abgelesen werden.

Die lokale Applikation eignet sich wegen der zeitraubenden Anwendungsweise nicht zur Massenprophylaxe. Dagegen findet sie ihr ureigenstes Indikationsgebiet in der vorbeugenden Behandlung besonders kariesgefährdeter Kinder.

Weitere Untersuchungen galten dem Versuch, diese besonders kariesgefährdeten Kinder herauszufinden, noch ehe die klinische Kariesdiagnose zu stellen ist.

Statistische Erhebungen an 6 000 Hallenser Schulkindern ergaben den interessanten Befund, daß ein Viertel von ihnen 69 % sämtlicher kariösen Defekte auf sich vereinten. Diesen Anteil stark kariesdisponierter Kinder gilt es, einer gelenkten individuellen Prophylaxe zuzuführen.

Verschieden deutlich ausgeprägte Urbanisationseinflüsse wurden zwischen Schülern der Innenstadt und Schülern der ländlichen Stadtrandgebiete von Halle erkennbar. Doch wurde der bei den Landkindern vorhandene Vorzug einer größeren Anzahl primär gesunder Gebisse aufgewogen durch die nicht immer ausreichende zahnärztliche Versorgung in den Außenbezirken.

Die Größe der Defekte, die Anzahl der Wurzelreste und der Extraktionen zeigte sich von den gleichen Faktoren beeinflußt. Stadt- und Landkinder in Halle sind daher einer Kariesprophylaxe im gleichen Maße bedürftig.

Besonders widerstandskräftig gegenüber Karies erwiesen sich Heimkinder, Hilfsschüler und Kinder mit schwarzem Zahnbelag, überdurchschnittlich anfällige Kinder mit Zahnunterzahl.

Schließlich wurde der Versuch unternommen auf Grund der schulärztlichen Untersuchungsbefunde auf den Gesundheitsbogen die mit stark erhöhter oder auffällig geminderter Kariesbereitschaft gekoppelten Bedingtheiten zu determinieren.

Es schälte sich ein Symptomkomplex biologischer und sozialer Kausalfaktoren heraus, der es möglich erscheinen läßt, Kinder mit hoher Kariesgefährdung zu bestimmen und präventiv zu behandeln.

Der sozialhygienische Effekt einer solchen gelenkten individuellen Fluorprophylaxe dürfte von umso größerer Tragweite sein, als sich die Karies bei unserer Jugend in erschreckendem Maße ausbreitet.

Es war das Ziel dieser Arbeit, die Fluorprophylaxe praxisreif und einsatzgeeignet zu machen für eine umfassende Anwendung in der Jugendzahnpflege, deren eigenste Domäne und vornehmste Zukunftsaufgabe die präventive Behandlung der Karies ist.

Mein aufrichtiger Dank gilt Herrn Prof. Dr. F a ß b e n d e r für die Anregung zu dieser Arbeit und seine immer bereite und fördernde Anteilnahme und ihm sowie Herrn Prof. Dr. Dr. R e i c h e n b a c h für die Vermittlung des wissenschaftlichen Rüstzeuges, dessen ich zu meiner Abhand= lung bedurfte.

Literatur

1. Morichini: zit. nach H.J. Schmidt, Kariesprophylaxe durch Fluortherapie? S. 11
2. Gay Lussac: ibid. S. 11
3. Erhard: zit. nach Breitner, Stoma H. 4, S. 230 (1953)
4. Deninger: Stresemann-Deninger, Praktische Maßnahmen zur Kariesverhütung, Mittlg. an die Deutsche Fluorkommission 1952
5. McKay: zit. nach Breitner, Stoma H. 4, S. 230 (1953)
6. Churchill: zit. nach Breitner, Stoma H. 4, S. 230 (1953)
7. Dean, Elvove, Arnold: zit. nach Adler, Über die Beziehungen zwischen Zahnkaries und Fluoriden, S.8 J.A.Barth Verlag Leipzig (1950)
8. Klein: zit. nach Breitner, Stoma H. 4, S. 231 (1953)
9. Drum: Kariesverhütung durch Fluor, Umschau H. 9, S. 265 (1955)
10. Dean: zit. nach Adler, Über die Beziehungen zwischen Zahnkaries und Fluoriden, S.8-9 J.A.Barth Verlag Leipzig (1950)
11. McClure, Arnolds, Volker, Gerould: zit. nach Breitner, Stoma H. 4, S. 231 (1953)
12. Adler: Über die Beziehung zwischen Zahnkaries und Fluoriden, S. 58 J.A. Barth Verlag Leipzig (1950)
13. Arnold, Ast, Hodge, Dean u.a.: zit. nach H.J. Schmidt, Kariesprophylaxe durch Fluortherapie? S. 72 Dr. Hüthig Verlag Heidelberg (1951)
14. Arnold: zit. nach Breitner, Stoma H. 4, S. 231 (1953)
15. Arnold, Dean, Knutson: 7 Jahre der Grand Rapids-Muskegon-Studie (Public Health Report 1953) ref. in DZZ H. 12, S. 699 (1954)
16. Bibby: zit. nach Adler, Über die Beziehungen zwischen Zahnkaries und Fluoriden, S. 28 J.A.Barth Verlag Leipzig (1950)
17. Armstrong u. Brekhus: zit. nach Breitner, Stoma H. 4, S. 233 (1953)
18. Volker: zit. nach Adler, Über die Beziehungen zwischen Zahnkaries und Fluoriden, S. 24 J.A. Barth Verlag Leipzig (1950)

19. Bibby: The use of fluorine in the prevention of dental caries, J.A.D.A. S. 317 (1944)

20. Cheyne: Human dental caries and topically applied fluorine, J.A.D.A. S. 804 (1942)

21. Knutson, Armstrong; McCauly u.a.: zit. nach Adler, Über die Beziehungen zwischen Zahnkaries und Fluoriden, S. 27-39 J.A.Barth Verlag Leipzig 1950

22. Knutson: Sodium fluoride solutions: technic for application to the teeth, J.A.D.A. S. 37 (1948)

23. Keßler: Kinderzahnheilkunde und Jugendzahnpflege, S. 23 Carl Hanser Verlag München (1953)

24. ibid. S. 58

25. Nehring u.a.: Mitteilung der Deutschen Fluorkommission

26. Philips u. Swartz: Additional studies on the effect of fluorides in hardness of enamel, J.A.D.A. (1948)

27. Knappwost: Zur Kenntnis der lokalen Fluorierung durch Fluoride, Fluosilikate und fluorierte Zahnpasten, DZZ H. 12, S. 681 (1952)

28. Rathje: Zur kariesvermindernden Wirkung der örtlichen Fluoridbehandlung des Zahnschmelzes, DZZ H. 19, S. 1055 (1953)

29. Rathje: Zur Chemie der Fluorierung des Zahnschmelzes, DZZ H. 5, S. 289 (1955)

30. Berggren u. Hedström: zit. nach Sammelreferat DZZ H. 2, S. 285 (1952)

31. Matsumiya, Takuma u. Tsuchikura: Elektronenmikroskopische Untersuchungen über Karies und Kariesprophylaxe, DZZ H. 13, S. 758 (1954)

32. Myrs, Hamilton, Becks: A tracer study of the transfer of F^{18} to teeth by topical application, J.Dent. Res. 1952 ref. in den Mitteilungen der Deutschen Fluorkommission

33. Brudevold, Gardener, Smith: Die Tiefenverteilung des Fluorids im menschlichen Schmelz, J. Dent. Res. 1954 ref. in den Mitteilungen der Deutschen Fluorkommission

34. Hein, Bonner, Brudevolt, Hodge: In vitro-Studien über die Fluoraufnahme von Zahnoberflächen aus radioaktiven Fluoridlösungen, J. Dent. Res. 1954 ref. in den Mitteilungen der Deutschen Fluorkommission

35. Wohinz: Über die theoretischen Grundlagen der Kariesprophylaxe mit Fluoriden. Deutsche Stomatologie, H. 1, S. 8 (1951)

36. Leimgruber: Interne Fluormedikation oder Trinkwasserfluorierung, Zyma-Journal, H. 2 (1952) S. 9

37. Schmitz: Zahnschutzhärtung durch Fluorpinselung, DZZ, H. 4, S. 204 (1952)

38. Adler: Mitteilung der Deutschen Fluorkommission

39. Knappwost: Zur Kenntnis der lokalen Fluorierung durch Fluoride, Fluosilikate und fluorierte Zahnpasten, DZZ H. 12, S. 681 (1952)

40. Bergman: The caries inhibiting action of sodium fluoride. Acta Odontologica Scandinavica Vol. XI, Supplementum 12, Stockholm 1953

41. Schmitz: Zahnschutzhärtung durch Fluorpinselung, DZZ H. 4, S. 204 (1952)

42. Krusic: Überblick über den heutigen Stand der Fluorforschung. Vortrag gehalten auf der 1. Arbeitstagung der ORCA Salzburg 1954. Kurzreferat Stoma H. 4, 1954

43. Baume: Über Wirksamkeit und Mechanismus lokaler Fluortherapie. Schweizer Monatsschr. f. Zahnheilkunde, H. 6, S. 541 (1953)

44. Baume: Zahnschutzhärtung: Wirksamkeit und Mechanismus der lokalen Fluorapplikation Schweizer Monatsschr. f. Zahnheilkunde, H. 9, S. 907 (1953)

45. Knappwost: briefliche Mitteilung

46. Armstrong, Feldmann, Galagan u.a.: Preventive Dentistry, Mosby Comp. St. Louis 1954, S. 251

47. Kantorowicz: zit. nach Kühnke, Die Bedeutung der Ernährung für die Entstehung der frühkindlichen zirkulären Karies. Archiv f. Kinderheilkunde H. 3, S. 203 (1952)

48. Harndt: ibid.

49. Rosenbaum: ibid.

50. Sognnaes: Effect of ingested sugars and other carbohydrates on the resistance of the teeth to caries. J.A.D.A. H. 2, S. 270 (1955)

51. Williams: Council of Dental Health: Sugar and Dental Caries. J.A.D.A. H. 4, S. 387 (1953)

52. Volker: ibid.

53. Bibby: Effect of sugar content of foodstuffs on their caries-producing potentialities J.A.D.A. H. 3, S. 293 (1955)

54. Knappwost: Zur Kenntnis der lokalen Fluorierung durch Fluoride, Fluosilikate und fluorierte Zahnpasten. DZZ H.12, S. 681 (1952)

55. Heuser: Erfahrungen mit der Zahnschutzhärtung unter besonderer Berücksichtigung der Oberflächenhistologie. Vortrag gehalten auf der 3. Arbeitstagung der OR C A in Marburg 1956
ref. Zahnärztliche Welt u. Zahnärztliche Reform H. 16, S. 459 (1956)

56. Bibby, Knutson, Armstrong, Galagan u.a.: Muhler, Hine, Day, Preventive Dentistry, Mosby Comp. (1954), S. 211-261 und Adler, Die Beziehungen zwischen Zahnkaries und Fluoriden. J.A.Barth Verlag Leipzig (1950), S. 28f.

57. Syrrist: Experimental studies on the effect of sodium fluoride on human dental enamel. Odontologisk Tidskrift, H. 5, 1949

58. Syrrist u. Karlsen: A five-year report on the effect of topical applications of sodium fluoride on dental caries experience. British Dental Journal H. 6, S. 1, 1954

59. Syrrist: Clinical aspects of the use of topically applied fluorides as a caries-control measure. Vortrag gehalten auf der 3. Arbeitstagung der ORCA Marburg 1956
ref. Zahnärztliche Welt u. Zahnärztliche Reform H. 16, S. 459 (1956)

60. Heuser-Keßler: Verminderung der Zahl der Neuerkrankungen an Zahnkaries durch Fluorpinselungen und ammonium-ion-haltige Zahnpflegemittel. Zahnärztliche Rundschau H. 20, S. 603 (1952)

61. Piguet: Örtliche Prophylaxe mit Fluor. Atti del Simposio del Fluoro 1953, S. 97

62. Schmid-Kunz: Die örtliche Verhütung der Karies, mit besonderer Rücksicht auf örtliche Behandlungen mit Fluor. Atti del Simposio del Fluoro 1953, S. 68

63. Futterer: Gedanken zur Zahnschutzhärtung mit Fluor, besonders mit Cervin-Reogan. DDZ H. 14, 1954

64. Krusic: Applikation von Fluoriden verschiedener Provenienz. Vortrag gehalten auf der 3. Arbeitstagung der ORCA in Marburg 1956
ref. Zahnärztliche Welt und Zahnärztliche Reform, H. 16/17 (1956)

65. Hartenstein: Zur Therapie der kindlichen Zahnkaries mit Fluor. Kinderärztliche Praxis H. 12, 1954

66. Mitteilung der ORCA: beim Verf. einzusehen

67. Mitteilung der ORCA: J.A.D.A. Bureau of Public Information May 1954

68. Wespi: Analyse des Wirkungsmechanismus eines möglichen Antagonismus zwischen Jod und Fluor. Communications présentées au Deuxième Congrès de l'Organisme européen de coordination des recherches sur le fluor et la prophylaxie de la carie dentaire, Genf (1955), S. 103

69. Armstrong und v. Fellenberg: zit. nach H.J. Schmidt, Fluor-Pflanze-Nahrung. Zahnärztliche Praxis, H. 2 (1952)

70. Sognnaes: zit. nach Adler, Über die Beziehungen zwischen Zahnkaries und Fluoriden. J.A.Barth Verlag Leipzig (1950), S. 2

71. Mitteilung der ORCA: beim Verf. einzusehen

72. Morgenroth: zit. nach Tholuck, Zeitschrift der Ortskrankenkasse H. 10 (1951)

73. Wespi: Fluor-Vollsalz zur Kropf- und Cariesbekämpfung. Benno Schwabe Verlag Basel/ Stuttgart 1956

74. Knappwost: Grundlagen der Resistenztheorie der Karies mit einem Beitrag über die karieshemmende Wirkung peroraler Fluorgaben. DZZ H. 12, S. 670 (1952)

75. Held, H.R.: Fluortablettenprophylaxe und ihre Dosierung. Stoma H. 4, S. 216 (1954)

76. Held, A.J.: Kariesprophylaxe durch endogene Fluorzufuhr. Praxis Nr. 39, S. 875 (1955)

77. Held, A.J./Demole: Innocuité du fluor consomé à dose optimale. Schweizer Monatsschr. f. Zahnheilkunde H. 1, S. 41 (1953)

78. Dietz: Sodium Fluoride Tablets in the Precision Control of Dental Caries. Journal of the Missouri State Dental Association H. 12, S. 7 (1953)

79. Held, H.R.: Der Durchtritt des Fluors durch die Plazenta und sein Übertritt in die Milch. Zyma-Journal Nr. 2 (1952)

80. Held A.J. u. Piguet: Kariesprophylaxe mit Fluortabletten Stoma H. 4, S. 213 (1954)

81. Armstrong und v. Fellenberg: zit. nach Held, H.R., Fluortabletten-Prophylaxe und ihre Dosierung. Stoma H. 4 S. 216 (1953) und Schmidt, H.J., Fluor-Pflanze-Nahrung, Zahnärztliche Praxis H. 2 (1952)

82. Held, H.R.: Fluortabletten-Prophylaxe und ihre Bedeutung. Vortrag gehalten auf der 1. Tagung der ORCA in Salzburg 1954 Stoma H. 4, S. 216 (1953)

83. Held, H.R.: ibid.

84. Held, H.R.: ibid.

85. Prader: Zahnärztliche Praxis H. 17 (1954)

86. Krzywicki: Schmidt, H.J., Sammelreferat der ORCA: Einblick in die polnisch-russische Fluorforschung. Einzusehen bei der Verf.

87. James u. Parfitt: British Dental Journal H. 4, S. 83 (1954)

88. Lukomsky und Krzywicki: Schmidt, H.J., Sammelreferat der ORCA: Einblick in die polnisch-russische Fluorforschung. Einzusehen bei der Verf.

89. Lammers: Die Nährbodeneigenschaften der Mundhöhle und ihre klinische Bedeutung. DDZ H. 18 (1953)

90. Lammers: Bakteriologische Studien über die Mundflora und Mundhygiene. Deutsche Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde H. 9/10, S.338 u. H. 11/12, S. 441 (1953)

91. Lammers: Der Einfluß endogener Faktoren auf das mikrobiologische Kräftespiel in der Mundhöhle ref. Zahnärztliche Welt u. Zahnärztliche Reform H. 16/17 (1956)

92. Hafer: Die Zahnpasta vom biologischen Gesichtspunkt. DZZ H. 11, S. 609 (1954)

93. Laktobazillentest nach Hadley: Lammers/Hafer, Biologie der Zahnkaries, Dr. Hüthig Verlag Heidelberg (1956), S. 223

94. Keßler: Untersuchungen an Kindergartenkindern. Mitteilungen des Deutschen Ausschusses f. Jugendzahnpflege. Z.M. Januar 1956

95. Roos: Der Status preasens der Zahnkaries in der Schweiz. Eine Vergleichsstudie zum Kariesbild der Kriegsjahre 1939-47. Schweizer Nonatsschr. f. Zahnheilkunde H. 3, S. 211 (1954)

96. Pazurek: Die erneute Karieszunahme und ihre planmäßige Bekämpfung. Z.M. H. 24/25, S. 720 (1953)

97. Mitteilungen des Deutschen Ausschusses f. Jugendzahnpflege: Kariesentwicklung an den Ulmer Volksschulen 1938/39 bis 1955/56. Z.M. Nr. 1 (1957)

98. Klein, Palmer, Knutson: Preventive Dentistry, Mosby Comp. 1954 S. 61

99. Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde, Bergmann Verlag München (1934), S. 221f.

100. Alfonsky: Journal Dental Research 30/53, 1951

101. Agnew u. Agnew: zit. nach Werner und Hafer, Zahnärztl. Rundschau H. 23/24 (1951)

102. Muhler, Hine u. Day: Preventive Dentistry, Mosby Comp. (1954), S. 61

103. Klein, Palmer, Knutson: Preventive Dentistry, Mosby Comp. (1954), S. 53f.

104. Holzhauer u. Hafer: Zahnärztliche Untersuchungen an 2000 Schulkindern. DDZ H. 12, 1955

105. Holzhauer: Über die Lokalisation der Karies an bleibenden Zähnen Jugendlicher. Z.M. Nr. 24, 1953

106. Leimgruber: Black stain, Schweizer Monatsschr. f. Zahnheilkunde, H. 2, S. 124, 1950

107. Gins: Z.M., H. 28, S. 291 (1940)

108. Leung: J.A.D.A., H. 2, S. 191 (1950)

109. Schmidt, H.: zit. nach Commerell, Zum Problem der Kariesresistenz, DZZ, H. 21, S. 1418 (1955)

110. Leimgruber: s. 106

111. Pazurek: Z.M. H. 22, S. 560 (1952)

112. Commerell: Zum Problem der Kariesresistenz, DZZ, H. 21, S. 1418 (1955)

113. Toverud: zit. nach Lammers/Hafer, Biologie der Zahnkaries, Dr. Hüthig Verlag Heidelberg 1956, S. 48

114. Wannenmacher: Lehrbuch der klinischen Zahnheilkunde von Hofer-Reichenbach-Spreter v. Kreudenstein-Wannenmacher (1952), S. 28

115. Euler: Die Anomalien, Fehlbildungen und Verstümmelungen der menschlichen Zähne. Lehmann Verlag Berlin (1939)

116. Adloff: Zur Frage der überzähligen Zähne im menschlichen Gebisse. Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilkunde 1907 und Überzählige Zähne und ihre Bedeutung. Deutsche Monatsschrift f. Zahnheilkunde 1901

117. Fave: Mitteilung des Deutschen Ausschusses für Jugendzahnpflege

118. Mathis: zit. in Adler, Karies und Urbanisation. Aus der Stomatologischen Universitätsklinik in Debrecen (1953)

119. Rebel: Konservierende Zahnheilkunde. Carl Hanser Verlag München 1947, S. 511