

**Zur Frage der Nebenwirkung bei der
Versorgung kariöser Zähne mit Amalgam**

Gutachten – Referate – Stellungnahmen

ZUR FRAGE DER NEBENWIRKUNG BEI DER
VERSORGUNG KARIÖSER ZÄHNE MIT AMALGAM

SYMPOSIUM
DES
FORSCHUNGSINSTITUTS FÜR DIE ZAHNÄRZTLICHE VERSORGUNG
IM ZUSAMMENWIRKEN MIT DEM
ZAHNÄRZTLICHEN ARZNEIMITTELAUSSCHUSS BDZ/KZBV

25. MAI 1981 - KÖLN, ZAHNÄRZTEHAUS

GUTACHTEN - REFERATE - STELLUNGNAHMEN

ZUR FRAGE DER NEBENWIRKUNG BEI DER
VERSORGUNG KARIÖSER ZÄHNE MIT AMALGAM

"Materialien" des
Forschungsinstituts für die zahnärztliche Versorgung
Band 3 - Köln 1982

Herausgeber: FORSCHUNGSINSTITUT FÜR DIE
ZAHNÄRZTLICHE VERSORGUNG (FZV)

Stiftung der
Kassenzahnärztlichen
Bundesvereinigung

Universitätsstraße 73
5000 Köln 41

ZAHNÄRZTLICHER ARZNEIMITTELAUSSCHUSS BDZ/KZBV

San.-Rat Dr. R. KEES
Vorsitzender
Humboldtstraße 27
6750 Kaiserslautern

Prof. Dr. Dr. G. KNOLLE
Frankfurter Straße 77
Ärztehaus
6050 Offenbach

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Vorwort	4
Übersicht	5
Begrüßungsansprache Dr. B. Tiemann	7
Wissenschaftliche Einführung Professor Dr. Dr. G. Knolle	12
Gutachten Professor Dr. P. Riethe	17
Referat Professor Dr. F.K. Ohnesorge	82
Referat Dr. R. Schiele	92
Referat Professor Dr. A. Kröncke	110
Referat D. Lukas	120
Referat Professor Dr. R. Marxkors	126
Referat Professor Dr. F. Klaschka	133
Referat Professor Dr. Dr. D. Herrmann	146
Stellungnahme Dr. R. Kees	153

Jeglicher Nachdruck, jegliche Wiedergabe, Vervielfältigung und Verbreitung (gleich welcher Art) - auch von Teilen des Werkes - bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Herausgebers.

VORWORT

Am 25. Mai 1981 fand in Köln ein Symposium zum Problemkreis "Zur Frage der Nebenwirkung bei der Versorgung kariöser Zähne mit Amalgam" statt. Veranstalter waren der Zahnärztliche Arzneimittelausschuß des Bundesverbandes der Deutschen Zahnärzte und der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung im Zusammenwirken mit dem Forschungsinstitut für die zahnärztliche Versorgung. Die wissenschaftliche Leitung lag in den Händen von Professor Dr. Dr. G. Knolle, Offenbach.

Bei dieser Diskussionsrunde kamen nicht nur Zahnmediziner zu Wort, sondern auch Vertreter anderer naturwissenschaftlicher Disziplinen, wie Toxikologie, Allergologie und Physik. Anknüpfungspunkt des Meinungsaustausches war das von Professor Dr. P. Riethe, Tübingen, erstellte Gutachten, das als die wohl aktuellste Dokumentation über die heutige Füllungstherapie mit Amalgam einschließlich der damit in Verbindung stehenden Probleme anzusehen ist.

Der vorliegende Materialienband enthält das Gutachten von Professor Riethe und die überarbeiteten Beiträge aller zum Symposium geladenen Referenten. Die erzielten Ergebnisse sollen dazu dienen, das Amalgamproblem in seiner Gewichtung klarer hervortreten zu lassen. Dabei wird jedoch auch auf Detailfragen eingegangen. Somit stellt diese Dokumentation einen wichtigen Baustein zur wissenschaftlichen Durchdringung des Amalgam-Komplexes dar.

R. Herber

ÜBERSICHT

=====

B e g r ü ß u n g

Dr. B. TIEMANN

Geschäftsführendes Vorstandsmitglied des
Forschungsinstituts für die zahnärztliche Versorgung

W i s s e n s c h a f t l i c h e E i n f ü h r u n g

Professor Dr. Dr. G. KNOLLE

Mitglied des Zahnärztlichen
Arzneimittelausschusses BDZ/KZBV

ZUM AMALGAMGUTACHTEN

Professor Dr. Dr. P. RIETHE

Zentrum für Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde - Tübingen

ZUR FRAGE DER TOXIKOLOGIE VON
QUECKSILBER AUS AMALGAMFÜLLUNGEN

Referat Professor Dr. F. K. OHNESORGE

Institut für Toxikologie der
Universität - Düsseldorf

Referat Dr. med. R. SCHIELE

Institut für Arbeits- und
Sozialmedizin - Erlangen

Referat Professor Dr. A. KRÖNCKE

Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund-
und Kieferkrankheiten - Erlangen

BEURTEILUNG DES ELEKTROCHEMISCHEN VER-
HALTENS VON METALLEN IN DER MUNDHÖHLE

Referat Dipl.-Physiker D. LUKAS

Zentrum für Zahn-, Mund- und
Kieferkrankheiten - Tübingen

Referat Professor Dr. R. MARXKORS
Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund-
und Kieferkrankheiten - Münster

ALLERGOLOGISCHE PROBLEME BEI MIT AMAL-
GAMFÜLLUNGEN VERSORGTE PATIENTEN

Referat Professor Dr. F. KLASCHKA

Hautklinik, Klinikum Steglitz - Berlin

Referat Professor Dr. Dr. D. HERRMANN

Fachbereich Zahn-, Mund- und Kiefer-
heilkunde - Berlin

GEWICHTUNG DER ANGESPROCHENEN PROBLEME AUS
WISSENSCHAFTLICHER UND STANDESPOLITISCHER SICHT

Stellungnahme Dr. R. KEES

Vorsitzender des Zahnärztlichen
Arzneimittelausschusses BDZ/KZBV

Dr. B. TIEMANN, Köln

Begrüßungsansprache

Ich freue mich, daß Sie unserer Einladung zu einem wissenschaftlichen Symposium "ZUR FRAGE DER NEBENWIRKUNG BEI DER VERSORGUNG KARIÖSER ZÄHNE MIT AMALGAM" Folge geleistet haben.

Veranstalter dieser Tagung ist das Forschungsinstitut für die zahnärztliche Versorgung, eine Stiftung der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung, im Zusammenwirken mit dem Zahnärztlichen Arzneimittelausschuß von BDZ und KZBV. Ich glaube, schon dieser äußere Rahmen und das Zusammenwirken der Veranstalter signalisieren, daß sich unsere Thematik an der Nahtstelle zwischen wissenschaftlicher Problematik und vertrags- und standespolitischer Umsetzung bewegt.

Wie Sie wissen, existiert das Problem Amalgam bereits seit über 50 Jahren, und es kommt ja - so etwa wie das Ungeheuer von Loch Ness, insbesondere in der Sauregurkenzeit - in der Presse in regelmäßigen Abständen in die Schlagzeilen mit zum Teil richtigen, teilweise falschen oder halbweisen Darstellungen der Problematik. Gerade in jüngster Zeit wurden wieder unqualifizierte und unbewiesene Behauptungen der Verbraucherschutzverbände über bestimmte Probleme laut, die sich aus der Versorgung mit Amalgam ergäben; insbesondere Fragen der Mundströme, der 'Batterie im Mund' und wie alle diese Schlagzeilen in diesem Zusammenhang üblicherweise lauten, sind Ihnen bekannt. Aber auch aus anderen Bereichen - bis hin zum parlamentarischen Raum - werden in regelmäßigen Abständen Fragen zu dieser Problematik laut.

Amalgam ist nach herrschender Praxis in der zahnärztlichen Versorgung und der Lehre der Zahnheilkunde im Seitenzahnbereich indiziert, da die Composites zu wenig stabil sind und das Gold - jedenfalls soweit es die kassenzahnärztliche Versorgung betrifft - zweifellos aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Betracht kommt. Amalgam ist also immer noch das Mittel der Wahl, so daß sich die Frage stellt, ob und inwieweit durch Amalgam Nebenwirkungen hervorgerufen werden.

Dabei haben wir der Problematik folgend für die heutige Tagung drei thematische Schwerpunkte gesetzt:

Einmal die toxikologischen Aspekte, sozusagen in der ersten Abteilung; dann in der zweiten das elektrochemische Verhalten, womit sich landläufig die Frage der Ströme verbindet, und in der dritten Abteilung die allergologischen Probleme.

Bei der Auswahl und Diskussion dieser thematischen Schwerpunkte kann es aber, wie ich meine, nicht nur um eine Reaktion auf die in den Medien und in der Diskussion befindlichen Aspekte gehen, sondern es muß um die Offensive gehen, um den konstruktiven Beitrag der Wissenschaft und der Standespolitik zur Lösung dieser Fragen.

Es muß damit ein Problem der zahnärztlichen Versorgung, das - obwohl schon seit Jahren in der Diskussion befindlich - bisher immer ein wenig in einer gewissen Grauzone verblieben ist, aufgehellert werden. Hier ist sicher auch in der Zusammenarbeit der Zahnheilkunde mit Nachbargebieten der interdisziplinäre Ansatz erforderlich, also das Zusammenwirken von Zahnmedizinern, Toxikologen, Physikern, Gewerbehygienikern, Pharmakologen und mög-

licherweise auch anderen Wissenschaftsbereichen.

Ich sagte eingangs bereits, daß das Zusammenwirken von Zahnärztlichem Arzneimittelausschuß und Forschungsinstitut für die zahnärztliche Versorgung die Bedeutung der Thematik sowohl aus wissenschaftlicher als auch aus standespolitischer Perspektive signalisiert. Der Arzneimittelausschuß von BDZ und KZBV ist schon deshalb mit dieser Fragestellung gefordert, weil ja durch die neue Arzneimittelgesetzgebung die zahnärztlichen Füllungsmaterialien dem Arzneimittelgesetz unterworfen sind, so daß hier die Frage der Richtlinien für Amalgam gestellt ist, einschließlich der Überprüfung der entsprechenden Sicherheitsanforderungen.

Für die Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung und ihr Forschungsinstitut sind die angesprochenen Fragestellungen selbstverständlich auch - und gerade unter dem Aspekt der kassenzahnärztlichen Versorgung - von großer Bedeutung, denn allein die quantitative Relevanz für den einzelnen Kassenzahnarzt zeigt sich bereits anhand der Zahl, daß im Jahre 1980 in der GKV 60 Mio. Füllungen gelegt wurden, wobei Silberlegierungen noch immer die gebräuchlichsten Füllungsmaterialien im Seitenzahnbereich sind: Der Jahresverbrauch entspricht ca. 20.000 kg. Quecksilber aus Amalgamfüllungen. Die Fragestellung ist also allein schon vom Volumen her hier höchst relevant.

Ich bin sehr dankbar, daß im Rahmen der heutigen Tagung die von mir angedeutete Verbindung von Wissenschaft und Standespolitik in den Personen von Herrn Professor KNOLLE und Herrn Dr. KEES sehr eindrucksvoll dokumentiert wird. Herr Professor KNOLLE wird sozusagen in

den wissenschaftlichen Teil, der ganz im Mittelpunkt der heutigen Tagung steht, einführen und dann auch die Diskussion leiten. Herr Dr. KEES hat sich freundlicherweise bereit erklärt, die wissenschaftliche Problematik abschließend in den Rahmen der standespolitischen Bewertung und der standespolitischen Relevanzen zu stellen.

Wenn ich den Ablauf des Programms und seine thematische Gewichtung betrachte, dann erscheint es mir von großer Bedeutung zu sein, die neuen Ergebnisse, die das Gutachten von Professor RIETHE - also die Fortschreibung der Gutachten von Professor RIETHE von 1977 sowie von RIETHE, WANNENMACHER und MARXKORS aus dem Jahre 1967 - gebracht hat, auszuwerten. Wenn hier neue Ansätze geliefert werden, und wenn die heutige Diskussion Erträge in dieser Richtung bringt, so kann gewiß dieses Symposium keinen Schlußstein unter die ja seit Jahrzehnten andauernde Diskussion setzen. Ich würde mich allerdings freuen, wenn sie einen Meilenstein auf dem Wege dieser Diskussion in Wissenschaft, Praxis und Standespolitik darstellen könnte.

Ich meine, daß der heutigen Besprechung im Expertenkreis dann die Diskussion in der Öffentlichkeit folgen sollte, in dem Sinne, daß die Ergebnisse, die wir heute erarbeiten, der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Wir sollten also im Sinne der von mir angesprochenen Offensive versuchen, stärker als bisher - von Seiten der zahnärztlichen Wissenschaft und auch der zahnärztlichen Standesorganisationen - in der Öffentlichkeit diese Diskussion zu beeinflussen und hier die Akzente zu setzen.

Ich würde uns allen wünschen, daß die heutige Tagung
auf dem Wege zu diesem Ziel einen Markstein setzen
kann.

Professor Dr. Dr. G. KNOLLE, Offenbach

Wissenschaftliche Einführung

Hiermit eröffne ich das Symposium "ZUR FRAGE DER NEBENWIRKUNG BEI DER VERSORGUNG KARIÖSER ZÄHNE MIT AMALGAM":

Zunächst danke ich den berufs- und standespolitischen Gremien, daß sie uns die Möglichkeit geboten haben, eine solche Expertenrunde in Köln zusammenzurufen.

Von Karies sind nahezu 100 % unserer Bevölkerung betroffen. Ausdehnung und Häufigkeit der Karies ist jedoch nicht schicksalsbedingt, wie viele andere Erkrankungen, sondern weitgehend von Hygienebewußtsein und gesundheitlicher Motivation des einzelnen abhängig. Solange der einzelne nicht besser zu motivieren ist und solange der Staat keine kollektiven prophylaktischen Maßnahmen für akzeptabel hält, verbleibt bei Auftreten von Karies an den Zähnen nichts anderes als nach den anerkannten chirurgischen Gesichtspunkten den kariösen Prozeß auszuräumen und den entstehenden Defekt mit einem Dauerverband zu versorgen.

Aus werkstoffkundlichen Gründen ist das verwendete Material im Seitenzahnbereich auch heute noch überwiegend Amalgam; der Einsatz von Kunststoffen auch in dieser Indikation wäre sehr wünschenswert. Die Entwicklung ist leider noch nicht so weit fortgeschritten, im Seitenzahnbereich Kunststoff dauerhaft erfolgreich einsetzen zu können. *)

*) H. R. MÜHLEMANN, K.H. RATEITSCHAK, A. SCHROEDER, Zürich, Basel, Bern:
"Seitenzahnkomposits/Amalgamersatz: Stand der Entwicklung" (Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde 91, 1981, 11, 941)

Das Kariesrezidiv nach einer Füllungsmaßnahme ist immer noch die häufigste unerwünschte Nebenwirkung.

Die wissenschaftliche Zahnheilkunde und insbesondere die deutsche hat sich seit Einführung des Amalgams wiederholt sehr ernsthaft und intensiv mit der Frage der Nebenwirkungen dieses Füllungsmaterials befaßt; erwähnt sei hier das Amalgamgutachten von WANNENMACHER, MARXKORS und RIETHE (1967), das seinerzeit eindeutig die Frage nach Nutzen und Risiko einer Kariestherapie mit Amalgam zugunsten des Amalgams beantwortete, ohne die bestehenden Probleme zu negieren.

Warum befassen wir uns nun heute mit diesem Thema?

Das neue Arzneimittelgesetz schien zunächst keine wesentlichen Auswirkungen auf die zahnärztliche Berufstätigkeit zu haben. Dies änderte sich mit der Entscheidung der leitenden Medizinalbeamten der Länder im September 1979, als diese im arzneimittelrechtlichen Sinne die Zuordnung zahlreicher zahnärztlicher Werk- und Behandlungsmittel im Sinne von § 2, Abs. 1 durchsetzten, d.h. sie zu eigentlichen Arzneimitteln erklärten.

Dem lief parallel, daß sich in den vergangenen Jahren das Problembewußtsein für Fragen der Arzneimittelsicherheit deutlich erhöht hat.

Meines Erachtens änderte sich hiermit eine Dimension, d.h. die Kommastrichstelle bei der Nutzen-Risiko-Analyse hat sich verschoben.

Als Beispiel möchte ich folgendes anführen:

Die Ihnen bekannten kanzerogenen Substanzen Nitrosamine befinden sich in zahlreichen Genußmitteln, wie z.B. der Zigarette, in vielen Nahrungsmitteln, wie z.B. in Pökelfleisch, Räucherfisch u.a. und fanden sich auch in dimethylaminozonhaltigen Schmerzmitteln, die mit und ohne ärztliche Indikation eingenommen wurden.

Das Bundesgesundheitsamt setzte bekanntlich die Rücknahme dieser Substanzgruppe durch, die übrigens fast 80 Jahre nahezu unbeanstandet als Schmerzmittel auf dem Markt war, obwohl der Anteil der Nitrosamine in diesem Arzneimittel und durch die Arzneimittelleinnahme an der Gesamtbelastung einen außerordentlich geringen Anteil hat.

SCHMÄHL sprach in einem Interview die Anteile der Gesamtbelastung durch Genußmittel und Umwelteinflüsse gegenüber der durch Arzneimittel verursachten Belastung mit dem Vergleich eines Kananrienvogels auf dem Kopf eines Elefanten an.

LEWANDOWSKY, Jurist im Bundesgesundheitsamt, hat in einem Artikel in der Deutschen Apothekerzeitung 1980 mit der Überschrift: "Sicherheitsentscheidungen bei Arzneimitteln zwischen Wissenschaft und Politik" folgendes geschrieben:

"Im Arzneimittelgesetz ist deshalb bewußt die Eingriffsschwelle gegen bedenkliche Arzneimittel bereits auf begründeten Verdacht gelegt worden. Der Nachweis eines Kausalzusammenhanges oder einer mehr oder minder großen Wahrscheinlichkeit wird bewußt nicht gefordert.

Wie wir wissen und wie wir nicht aufhören werden, deutlich zu machen, ist dies die konsequente Umsetzung unserer Erfahrung aus der Contergankatastrophe und dem überzeugenden Beschluß des Landgerichtes Aachen in dieser Sache, der, wie ich wünsche, in die Annalen der deutschen Justiz eingehen möge."

Im Zahnärztlichen Arzneimittelausschuß hielten wir es deshalb für erforderlich, das "Amalgamthema" erneut, wiederholt und mit einer extrem strengen Auslegung zur Diskussion zu stellen, möglichst quantitative Angaben zum Problem des Nebenwirkungsrisikos zu erarbeiten, in einem weiteren und vermehrten Maße Experten anderer Fachgebiete in die Erarbeitung einer Nutzen-Risiko-Analyse mit einzubeziehen, Probleme von Rand- und Risikogruppen unserer Bevölkerung hierbei noch besser zu berücksichtigen, ohne jedoch dabei unsere eigentliche Aufgabe als Zahnärzte, nämlich Zahnerhaltung zu betreiben, aus dem Auge zu verlieren.

Zugleich sollten angrenzende Gebiete der Medizin und Naturwissenschaft zur Mithilfe der Lösung noch zahlreicher offener Fragen angeregt und aufgefordert werden.

Aus zeitlichen Gründen ist es heute nur möglich, drei Themenkomplexe zu erörtern, die in der Vergangenheit im Vordergrund der Diskussion standen:

1. Toxikologische Aspekte bei der Versorgung kariöser Zähne mit Amalgam
2. Probleme im Zusammenhang mit elektrochemischen Vorgängen an metallischen Werkstoffen in der Mundhöhle

3. Allergologische Probleme im Zusammenhang mit der Verwendung von Amalgam

Die Beantwortung der Frage nach der zulässigen gewerbe-
medizinischen Belastung durch Quecksilberdampf für den
Zahnarzt und sein Personal ist heute praktisch unstrit-
tig, wenn bestimmte Grundvoraussetzungen eingehalten
werden.

Nicht angesprochen werden kann heute - einerseits aus
Zeitgründen, andererseits weil noch zu wenige qualifi-
zierte Untersuchungen vorliegen - das Problem des lokal-
toxischen Verhaltens von Amalgam sowie die Bewertung
des Befundes einer sog. "Amalgamtätowierung" an der
Mundschleimhaut.

Erledigt und verworfen ist das Thema Kupferamalgam, zu-
mindestens von wissenschaftlicher Seite.

Bezogen auf die Standortbestimmung von 1967 (WANNENMACHER,
MARXKORS, RIETHE) haben sich mit der Einführung der
Non-Gamma₂-Amalgame Änderungen bei den Silberamalgamen
ergeben. Weitere Neuerungen sind zu erwarten, die mög-
licherweise auch eine Änderung der Spezifikation nach
sich ziehen werden. Die Probleme möglicher Nebenwirkun-
gen sind hierbei angemessen zu berücksichtigen.

Es wäre unser Wunsch, wenn die heutige Gesprächsrunde
eine aktuelle Standortbestimmung hinsichtlich des Ne-
benwirkungsrisikos bei der Verwendung von Silberamal-
gamen in der Kariestherapie erarbeiten könnte.

G U T A C H T E N

ZUR FRAGE DER NEBENWIRKUNG BEI DER VERSORGUNG

KARIÖSER ZÄHNE MIT AMALGAM

VON

PROFESSOR DR. DR. P. RIETHE

1 9 8 1

Professor Dr. Dr. P. RIETHE

Direktor der Abtl. für Zahnerhaltung
Zentrum für Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde der
Eberhard-Karls-Universität
Osianderstraße 2 - 8

7400 Tübingen 1

INHALTSANGABE:

	<u>Seite</u>
1. Einführung	22
2. Das Hg-Problem	24
2.1 Hg-Vorkommen im Alltag	24
2.2 Hg-Aufnahme durch Nahrungsmittel	25
2.3 Hg-Aufnahme durch Amalgam-Füllungen	27
2.4 Hg-Aufnahme durch Nahrungsmittel und über Amalgamfüllungen	28
3. Hg-Ausscheidung im Urin	30
4. Hg-Konzentration im Blut	32
5. Hg-Gehalt von Kopfhaaren, Finger- und Zehennägeln	32
6. Amalgam heute	33
6.1 Verbrauch verschiedener Füllungsmaterialien	33
6.2 Amalgamverbrauch	35
6.3 Dosier- und Verarbeitungsmodus	35
6.4 Legierungszusammensetzung	36
7. Konventionelle Amalgame	36
7.1 Nachteile der Gamma-2-Phase	37
7.2 Entwicklung von Non Gamma-2 Amalgamen	39
8. Löslichkeit des Hg aus Amalgamfüllungen	43
8.1 Modellversuch mit künstlichem Speichel	43
8.2 In-vitro-Versuche an Amalgamprüfkörpern	43
9. Symptomatik	45
10. Hg-Gefahr bei der Verarbeitung von Amalgamen	47
10.1 MAK-Wert	47

	<u>Seite</u>	
10.2	Hg-Dämpfe bei der Amalgamverarbeitung	50
10.2.1	Die manuelle und mechanische Trituration (Anmischmethode)	50
10.2.2	Hilfsmittel-Amalgampistole	52
10.2.3	Manuelle und mechanische Kondensation	52
10.2.4	Nach dem Stopfprozeß	53
10.2.5	Entfernung alter Amalgamfüllungen	54
10.2.6	Beseitigung von Amalgamresten	54
10.3	Hg-Dampfgehalt in Behandlungsräumen	55
10.4	Lüftung der Behandlungsräume	56
10.5.	Behandlungsräume und Bodenbeläge	56
11.	Nebenerscheinungen	57
11.1	Hg-Abgabe durch Korrosionspotentiale	57
11.2	Elektrogalvanische Vorgänge in der Mundhöhle	60
11.3	Ströme und Spannungen in der Mundhöhle	61
11.4	Elektrische Strommessungen und Erkrankungen der menschlichen Mundschleimhaut	62
12.	Amalgamallergien	63
12.1	Elektroakupunkturphänomene als diagnostischer Beweis?	64
12.2	Klinische Symptomatik von Amalgamallergien	68
12.3	Diagnose der Amalgamallergie	69
12.4	Amalgamallergien bei Studenten und Zahnärzten	70
13.	Hg-Abgabe als Ursache parodontaler Abbauerscheinungen	72
14.	Anwendungsbereich der Silberamalgame und Composites im Seitenzahnbereich (Klasse-II-Füllungen)	74

	<u>Seite</u>
15. Schlußfolgerungen	75
15.1 Amalgam heute	75
15.2 Nebenwirkungen	77
15.2.1 - für den Zahnarzt	77
15.2.2 - für den Patienten	79
Literaturübersicht	I - VIII

1. Einführung

Der Deutsche Verbraucherschutzbund (DVS) hat im November 1980 einem Artikel der "Süddeutschen Zeitung" zufolge (Nr. 275, S.7, Wiesbaden ddp) "Vorwürfe wegen Zahnfüllungen aus Amalgam ..." erhoben.

Zahnärzten und zuständigen Gesundheitspolitikern wird eine "leicht durchschaubare Beschwichtigungspolitik" in Sachen Amalgam vorgeworfen, wobei als Ursache für die "patientenfeindliche Haltung" eine leichte und billige Verarbeitung des Materials vermutet wird. Der Pressesprecher des DVS pointiert Amalgam wegen seines Quecksilbergehaltes als "Zeitbombe aus Gift", weil der Werkstoff Hg, "einen der heimtückischsten Stoffe, die es überhaupt gibt", enthalte.

Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Herz- und Kreislaufabnormalität, Darmerkrankungen, psychische Störungen und rheumatische Beschwerden seien die Folge. Darunter litten Hunderttausende von Patienten, "und nicht einige Dutzende, wie die Zahnärztekammern ebenso hartnäckig wie falsch behaupten".

Neben der Forderung des DVS an die Gesundheitsminister des Bundes und der Länder nach Einsetzung einer unabhängigen interdisziplinären "Forschungsgruppe Amalgam" sollte den Zahnärzten als Pflicht "Mundstrommessung" auferlegt werden, um Amalgamschäden festzustellen.

Das Legen von Kupferamalgam müsse untersagt werden, ein Material, das gegenüber Silberamalgam noch bedenklicher sei. Den vielen Amalgam-Geschädigten schließlich sollte schnelle und unbürokratische Hilfe zuteil werden.

Abgesehen von der Selbstverständlichkeit, daß ein freier Berufsstand in der Lage ist, selber dafür Sorge zu tragen, daß er die Materialien, die er zum Wohle der Patienten "einsetzt", auch eigenständig überprüfen kann ¹⁾, stützt sich der DVS bei seinen Recherchen primär auf eine Fragebogenaktion ("Morgenmagazin", vom 16.01.80):

"Wir haben im Rahmen der Rücksendung des Fragebogens eine ganze Anzahl von Fällen gefunden, die sich darauf beziehen, daß offenbar von Amalgamzahnfüllungen ganz schwerwiegende Gesundheitsgefährdungen ausgehen." ...

In diesem Artikel wird Herr Prof. Thomas TILL (1977) herangezogen und wie folgt interpretiert:

"Er hat in der Tat darauf hingewiesen, daß eben die Quecksilberverbindungen in der Amalgamplombe eben auch u.a. eine Ursache sein kann für Parodontose ..."

Der DVS hat u.W. über die Fragebogenaktion weder überschaubare Ergebnisse geliefert, noch deren Auswertung vorgelegt. Auf die kritische Stellungnahme zu den Arbeiten von TILL (1973-1977) geht der DVS nicht ein.

Um Fehltrüben und Verunsicherungen einer breiten Öffentlichkeit vorzubeugen, müssen die "Vorwürfe gegen Zahnfüllungen aus Amalgam" entkräftet und in der richtigen Größenordnung dargestellt werden.

1) Vgl. Amalgam-Gutachten Rieth/Marxkors/Wannenmacher 1967 sowie Amalgam-Gutachten Rieth 1977 und Symposium des Forschungsinstitutes für die zahnärztliche Versorgung im Zusammenwirken mit dem zahnärztlichen Arzneimittel-ausschuß von BDZ und KZBV vom 25. Mai 1981 in Köln

2. Das Hg-Problem

Das Hg-Problem hat in den letzten Jahren erneut an Aktualität gewonnen. Nicht selten wird damit auch die Zahnärzteschaft in Verbindung gebracht und häufig ungerechtfertigter Kritik ausgesetzt.

Die Giftigkeit des Hg hängt nach TÖLG und LORENZ (1977) sehr stark von der Art seiner chemischen Bindung und der Art der Aufnahme durch den Organismus ab. Metallisches Hg ist praktisch ungiftig. Hg-Dämpfe $> 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind gefährlich. Lösliche anorganische Verbindungen (HgCl_2 , $\text{Hg}(\text{CN})_2$, u.a.) sind ab 100 mg meist tödlich.

Schwerlösliche Verbindungen mit HgS und Hg Se sind erst in hohen Dosen toxisch. Am weitaus giftigsten sind metallorganische Hg-Verbindungen (CH_3HgCl , CH_3HgJ , $\text{CH}_3\text{HgS CH}_3$, $\text{CH}_3\text{Hg S Hg CH}_3$). Hier liegt die Toleranzdosis bei ca. 0,5 mg/kg Körpergewicht.

Jährlich gelangen 40.000 t Hg durch Verwitterung und Vulkanismus in das Wasser und die Atmosphäre, hinzu kommen 13.000 t aus industriellen Quellen. Dies ergibt eine Flächenbelastung von $160 \mu\text{g}/\text{m}^2$. Es werden zahlreiche Hg-Gehalte angegeben, so z.B. für Waldböden ca. $60 \mu\text{g}/\text{kg}$, für Rheinwasser $700 \mu\text{g}/\text{kg}$.

2.1 Hg-Vorkommen im Alltag

Außer in Nahrungsmitteln, insbes. Fisch, gibt KLASCHKA (Symp. 1981) folgende Hg-Quellen an:

"Desinfektionsmittel, quecksilberhaltige Meßinstrumente, Pumpen, Gießformen für Präzisionsinstrumente, Farben, Deckfarben, Rost- und Bodenschutzmittel, Imprägnations-

stoffe, Knallquecksilber - häufig zu Sylvester -, Saatweizen, Insektizide, Tätowierungen, Hilfsstoffe für Feuervergoldung und -versilberung oder die galvanische Vergoldung, Versilberung oder Bronzierung, für die Stahlbrünierung, Hilfsstoffe zur Trennung von Metallgemischen, in elektronischen Artikeln, Trockenbatterien, Akkumulatoren, in der chemischen Industrie, in Katalysatoren, Ausgangs- und Zwischenprodukten, in dermatologischen Lokaltherapeutika, kosmetischen Bleichmitteln, in der Gummiindustrie, Feuerwerkskörpern, Verstärkern und in der fotografischen Industrie. Das ist sicher nicht alles."

2.2 Hg-Aufnahme durch Nahrungsmittel

"Wegen seiner großen biologischen Halbwertszeit und seiner besonderen Affinität zum Zentralnervensystem wird das z.T. erst in der aquatischen Nahrungskette der Meeres-tiere aus anorganischem Hg (Hg^{2+} oder Hg^0) gebildete organische Methyl-Hg⁺ als besonders gefährlich angesehen. Die WHO (Tab. a) hat darum die Einhaltung bestimmter Höchstmengen der täglichen Aufnahme für Hg und Methyl-Hg empfohlen" (FAO/WHO 1972, SCHIELE, Symp. 1981).

Normale Hg-Aufnahme:

Atemluft:	ca. 1 µg/D
Trinkwasser, Getränke:	ca. 1 µg/D
Nahrung:	22 µg/D / 13-53 µg/D
ADI (FAO/WHO 1972):	45 µg/D (300 µg/Woche Gesamt-Hg) 30 µg/D (200 µg/Woche Methyl-Hg)
Kritische Dosis:	ca. 400 µg/D (Methyl-Hg)

Tabelle a: Normale Hg-Aufnahme aus den verschiedenen Quellen; empfohlene Höchstmengen und "kritische Dosis".

Die von der WHO empfohlenen Grenzwerte werden erheblich unterschritten, auch bei als besonders Hg-reich geltenden Einzelnahrungsmitteln (KREISSLER 1978; WOLF 1981; zit. nach SCHIELE, Symp. 1981).

Von Interesse erscheint in diesem Zusammenhang noch die Relation von einheimischen Fischen, z.B. der Forelle in Relation zum Thunfisch.

Beim Genuß von Fischen aus verseuchten Gewässern gelangt die gefährliche organische Hg-Verbindung in den menschlichen Organismus ¹⁾.

"Der Thunfisch ist ja als sehr quecksilberreich bekannt; wir haben für den Thunfisch einen Mittelwert von 420 µg pro kg gefunden, für die Forelle nur 43 µg pro kg" (SCHIELE, Symp. 1981, Tab. b).

Die in diesem Zusammenhang von Teilnehmern des Symposiums 1981 (OHNESORGE, SCHIELE, ESTLER, KRÖNCKE u.a.) geführte Diskussion über die Ergebnisse von Hg-Konzentrationen in menschlichen Organen wird getrennt dargestellt werden.

1) Minamata-Krankheit: In den Jahren 1950-1960 kam es durch Einleitung industrieller Abwässer im Bereich der japanischen Minamata-Bucht, die der langsam beginnenden Quecksilbervergiftung den Namen gab, zu einer starken Erhöhung des Hg-Gehaltes bei Fischen. Die Fische enthielten bis 20 ppm Hg und führten bei den Anwohnern der Bucht zu etwa 200 Vergiftungsfällen mit zahlreichen Todesfällen (Umweltgutachten 1974, HAPKE 1973 zit. n. SCHNEIDER 1976).

Hg-Gehalt verschiedener Nahrungsmittel:

	<u>Zahl</u>	<u>Konzentration</u> ($\mu\text{g}/\text{kg NG}$)
Thunfisch (Konserv.)	5	420 (80 - 995)
Sardinen (Konserv.)	5	47 (16 - 97)
Forelle	15	43 (23 - 71)
Krabben	5	2 (1 - 7,5)
Leber (Rind)	15	83 (20 - 635)
Leber (Schwein)	15	56 (20 - 314)
Leber (Huhn)	10	31 (15 - 111)
Champignons	15	2 (1 - 5)

Tabelle b: Hg-Gehalte verschiedener Nahrungsmittel aus dem Bayerischen Wald, Mittelfranken und dem Ruhrgebiet.

2.3 Hg-Aufnahme durch Amalgam-Füllungen

"Im Vergleich zur Aufnahme des gefährlichen Methylquecksilbers durch die Nahrung ist die Kontamination der zahnärztlichen Patienten mit dem anorganischen Quecksilber,

die auch nur in größeren Abständen und in kleinen Mengen erfolgt, bedeutungslos, zumal wenn die Amalgamfüllungen nach den heute gültigen Regeln und Vorsichtsmaßnahmen gelegt werden." (WIRZ u. CASTAGNOLA 1977)

2.4 Hg-Aufnahme durch Nahrungsmittel und über Amalgamfüllungen

Die durch Nahrungsmittel (und über Amalgamfüllungen) aufgenommenen Hg-Mengen zeigt ein tabellarischer Vergleich (Tab. 1), der für das Gutachten zum besseren Verständnis zusammengefaßt und ergänzt wurde.

"Die Gesamt-Hg-Aufnahme durch die Nahrung - ohne Getränke - beträgt somit rund 53 µg pro Woche entsprechend 2,8 mg pro Jahr. Individuelle Abweichungen von diesem Durchschnittswert werden vor allem durch den Fischverzehr - auch regional - bedingt sein. Ein Verbraucher, der statt 4 kg Fisch und Fischprodukte 10 kg im Jahr verzehrt, nimmt pro Woche etwa 70 µg Hg zu sich, entsprechend rund 3,6 mg Hg pro Jahr. Die WHO betrachtet eine wöchentliche Aufnahme von 0,3 mg Hg, d.h. etwa 16 mg Hg pro Jahr als duldbar. Es erscheint unwahrscheinlich, daß dieser Wert - selbst bei Berücksichtigung der durch unsere Untersuchungen nicht erfaßten Lebensmittel sowie der Getränke - bei irgendwelchen Bevölkerungsgruppen in der Bundesrepublik Deutschland erreicht oder gar überschritten wird." (SCHELENZ u. DIEHL 1973, S. 374).

Die Hg-Gehalte von Lebensmitteln finden auch in einem Umweltgutachten des Jahres 1974 (zit. n. SCHNEIDER 1976) Erwähnung, wobei der mittlere Quecksilbergehalt (µg/kg) und die Art der Lebensmittel gelistet werden. Ergebnisse und Daten sind mit denen von SCHELENZ u. DIEHL aus dem Jahre 1973 identisch.

Tab. 1:

Tabellarischer Vergleich der durch Nahrungsmittel und der über Amalgamfüllungen aufgenommenen Quecksilbermengen

A. Beispiele	mittlerer Hg- gehalt $\mu\text{g}/\text{kg}$	x Prokopfverb. kg/Jahr	→ jährl. Hg- Aufnahme	≙ pro Woche	≙ pro Tag
Trinkvollmilch	0,2	93,7	18,7 μg	0,37 μg	0,05 μg
Kartoffeln	4,4	102	448,8 μg	8,80 μg	1,23 μg
Frischobst	4,4	93,8	450,2 μg	8,82 μg	1,23 μg
Thunfischkonserven 366		0,24	88 μg	1,73 μg	0,25 μg
B. Bundesrepublik Deutschland, mittl. Nahrungsverbrauch:			2800 μg = 2,8 mg	53 μg	7,6 μg
WHO/FAO: Annehmbare Wochendosis:			16000 μg = 16 mg	300 μg	43 μg
C. Amalgam, frisch				1. Tag ^{+) 1,4 - 4,5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$}	
				5. Tag 0,07 - 0,32 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$	
Amalgam, ausgehärtet und frisch beschliffen				1. Tag 1,0 - 1,7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$	
				5. Tag ~ 0,1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$	
Zähneputzen 2 x tägl.				0,4 - 0,9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$	

A. aus: R. Schelenz und J.F. Diehl, Quecksilbergehalte von Lebensmitteln des deutschen Marktes, Z. Lebensm. Unters. Forsch. 151, 369-375 (1973), Tabelle 6/Tabelle 7

B. aus: Schelenz und Diehl 1973, Zusammenfassung

C. KROPP, pers. Mitt. (1979): Die Quecksilberabgabe verschiedener Dentalamalgame an Wasser und Lösungen

+) entspricht entweder 18,4 - 60 % der durchschnittlichen täglichen Aufnahme via Lebensmittel oder 3,25 - 10,5 % der von der WHO/FAO angegebenen annehmbaren Wochendosis, auf 1 Tag umgerechnet, oder der zusätzlichen Aufnahme bei Verzehr von 4 - 12,5 g Thunfischkonserve

"Da die mittlere Hg-Aufnahme mit der täglichen Nahrung bei 7,6 µg liegt, sind die von Amalgamen abgegebenen Hg-Mengen völlig unbedenklich. Auch am ersten Tag nach dem Legen frischer Amalgamfüllungen beträgt die zusätzliche Hg-Belastung des Organismus nicht mehr als 50 % des ohnehin aufgenommenen Quecksilbers." (KROPP 1979 pers. Mitt.)

Das Hg-Vorkommen im Alltag bietet viele versteckte Kontaktgelegenheiten. Über die Nahrung nehmen wir überwiegend Methyl-Quecksilber auf, über Amalgamfüllungen wird Hg in metallischer Form aufgenommen, um dann in Ionen-Form umgewandelt zu werden. Die von Amalgam abgegebenen Hg-Mengen sind unbedenklich.

3. Hg-Ausscheidungen im Urin

Die durchschnittlichen Hg-Ausscheidungen in den Urinen von 26 unbehandelten Patienten bewegen sich im Bereich von 1,2 µg/Tagesurin bei einem Minimalwert von 0,4 µg und einem Maximalwert von 2,4 µg Hg pro Tagesurinmenge. Nicht untersucht wurden in diesem Zusammenhang die Hg-Ausscheidungen durch Faeces¹⁾.

1) SCHNEIDER (1976) erwähnt, daß ein eventuell mechanischer Abrieb aus Füllungen in ungelöster Form über die Faeces ausgeschieden wird. Bei dieser Untersuchung müßte zwischen ungelöstem und gelöstem Hg unterschieden werden, wobei nur lösliches Hg zur Hg-Belastung führen kann und über den Urin ausgeschieden wird.

Nach dem Legen von Amalgamfüllungen konnte bei 23 Patienten eine erhöhte Hg-Ausscheidung im Urin festgestellt werden. Das Maximum wird nach den Untersuchungen SCHNEIDERS (1976) zwischen dem 2. und 4. Tag nach der Applikation mit durchschnittlich 8,8 µg Hg/Tagesurin erreicht. Spätestens nach 10 Tagen war eine Normalisierung erreicht.

Die im Spontanurin gefundenen Hg-Konzentrationen bei Zahnärzten und Helferinnen lagen mit 6 µg Hg/l nur gering höher als bei einem nicht exponierten Kontrollkollektiv mit 4 µg Hg/l (KESSEL et al. 1980). Schon GEBHARD (1973), zit. n. KRÖNCKE u. Mitarb. 1980, stellte ähnlich wie KESSEL et al. fest, daß Zahnärzte und ihr Hilfspersonal trotz kontinuierlicher Amalgamverarbeitung "nicht bedenklich" mit Hg belastet werden.

Nach den Untersuchungen¹⁾ von KRÖNCKE et al. unterscheiden sich "beruflich nicht exponierte Personen" hinsichtlich ihrer Hg-Konzentrationen im Harn und im Blut nicht von exponierten.

Die mittlere Hg-Ausscheidung betrug bei dem untersuchten Personenkreis 1,54 µg/ Hg/l ohne bzw. 1,66 µg Hg/l Urin mit Amalgamfüllungen. Die entsprechenden auf Kreatinin bezogenen Mittelwerte beliefen sich auf 1,17 µg Hg/g bzw.

1) "Mit Hilfe der flammenlosen Atomabsorptionsspektroskopie wurden im Doppelblindversuch die Quecksilberkonzentrationen im Harn und im Blut von 102 Personen bestimmt. Diese waren in vier Gruppen aufgeteilt: Personen mit und ohne Amalgamfüllungen sowie Personen mit und ohne beruflichen Kontakt mit Quecksilber und Amalgam" ... (KRÖNCKE et al. 1980, S. 802

1,04 µg Hg/g Kreatinin. Statistisch nicht signifikante höhere Hg-Konzentrationen fanden sich im Harn bei der beruflich exponierten Gruppe mit Amalgamfüllungen (3,99 µg Hg/l) gegenüber solchen ohne berufliche Kontakte mit Hg und Amalgam und ohne Amalgamversorgung (2,4 µg Hg/l Urin). Entsprechende, auf die Kreatinin-konzentration im Urin bezogene Werte betragen 1,97 µg Hg/g bzw. 1,4 µg Hg/g Kreatinin.

4. Hg-Konzentration im Blut

Nach den Untersuchungen von KESSEL et al. (1980) war der Hg-Gehalt im Vollblut bei Studenten mit 22 µg Hg/l am höchsten, bei Zahnärzten und deren Hilfskräften mit mehrjähriger Exposition gegenüber Hg-Dämpfen jedoch mit 7,0 µg Hg/l nur gering höher als bei der nicht exponierten Kontrollgruppe mit 5 µg Hg/l.

Im Blut der von KRÖNCKE et al. (1980) untersuchten Gruppen mit und ohne Amalgamfüllungen wurden 0,19 µg Hg/100 ml bzw. 0,18 µg Hg/100 ml Blut gefunden. Ergänzend wurden Personen mit und ohne beruflichen Kontakt mit Hg und Amalgam untersucht, wobei die Mittelwerte der Kontaktgruppe erhöht waren. Der Durchschnittswert der Gruppe ohne Amalgamfüllungen lag bei 0,24 µg Hg/100 ml Blut, die der Exponiertengruppe mit Amalgamfüllungen bei 0,21 µg Hg/100 ml Blut.

5. Hg-Gehalt von Kopfharen, Finger- und Zehennägeln

An 61 Studenten der Zahnheilkunde wurden Kopfhare, Finger- und Zehennägel mittels der Neutronen-Aktivations-technik durch SINCLAIR et al. (1980) auf ihren Hg-Gehalt untersucht. Nur in Einzelfällen erreichten die mittleren Hg-Konzentrationen toxische Werte.

In den Kliniken scheint die Kontaminationsgefahr größer als in den Privatpraxen zu sein. Der hohe Hg-Gehalt der Haare an der Klinik wird unter anderem mit Kontamination durch ungenügende Aspiration während der Entfernung von alten Amalgamfüllungen, durch Bildung von Hg-Dämpfen aus Amalgamresten in Autoklaven, erklärt.

Zusammenfassung

Obwohl die Diskussion über den Aussagewert von Blut- und Urinspiegel nicht als abgeschlossen angesehen werden kann (Symposion 1981), besteht nach den bisher vorliegenden Untersuchungen für Zahnärzte und ihr Hilfspersonal kein toxisches Risiko. Die ermittelten Werte für die Bevölkerung variieren ernährungsbedingt und korrelieren nicht mit den im Einzelfall vorhandenen Amalgamfüllungen.

Aus den Hg-Konzentrationen von Kopfharen, Finger- und Zehennägeln geht hervor, daß Quecksilber weniger für den Patienten als vielmehr für den Zahnarzt und sein Personal ein Problem darstellen dürfte.

6. Amalgam heute

6.1 Verbrauch verschiedener Füllungsmaterialien

Von zentraler Bedeutung in der Zahnerhaltungskunde ist die Anwendung von Füllungsmaterialien bei der Erstversorgung kariöser Läsionen oder der Erneuerung von Füllungen.

Ohne Zweifel befinden sich die Füllungsmaterialien seit einigen Jahren in einem totalen Umbruch. Composite-Materialien und Mikrofüller-Composite haben Silikate und Akrylatkunststoffe in ihren Anwendungsgebieten definitiv verdrängt, während der Seitenzahn-Composite-

Füllung anstelle von Amalgam der entscheidende Durchbruch bisher versagt blieb (PHILLIPS 1975, 1976; ROULET 1977; ROULET et al. 1980; HAMMER u. HOTZ 1979; LUTZ 1980 u.a.).

Ionomerzemente besitzen eine spezifisch lokale, eingeschränkte Indikation (Zahnhalbfüllung), während die Stellung der Amalgame als plastisches Füllungsmaterial für den Seitenzahnbereich weiterhin ungefährdet ist (Tab. 2). Es ist naheliegend, daß es ein Nahziel zahnärztlicher Forschung ist, anstelle von Amalgamersatz andere materialtechnische Konzeptionen der Kavitätenfüllung zu entwickeln.

Tab. 2: Modifiziert n. CASTAGNOLA, L. u. WIRZ, J. (1980, S. 431)

	<u>1976</u>	<u>1978</u>
Silikatzemente	1,5 %	1,0 %
Silikophosphatzemente	0,5 %	0,5 %
Ionomerzemente	1,5 %	2,5 %
Akrylatkunststoffe*	2,5 %	4,0 %
Composites*	52,0 %	40,0 %
Composites mit Mikrofüllern*	-, -	11,0 %
Amalgam	42,0 %	41,0 %

*) Gemäß ADA-Spezifikation Nr. 27 werden die Kunststoff-Füllungsmaterialien folgendermaßen unterteilt:

Typ Ia Ungefüllte Kunststoffe (z.B. Sevriton)

Typ Ib Kunststoffe mit Mikrofüllern (z.B. Isopast usw.)

Typ II Zusammengesetzte Kunststoffe (z.B. Concise, Adaptic usw.)

6.2 Amalgamverbrauch

In der Zahnerhaltungskunde werden Legierungen für Amalgame noch in großem Umfang verwendet.

Vom Volumen her werden jährlich in der Bundesrepublik Deutschland in der Gesetzlichen Krankenversicherung etwa 60 Mio. Füllungen gelegt (1980: 20,5 Mio. einflächige, 24,1 Mio. zweiflächige und 13,8 Mio. dreiflächige Füllungen). Noch immer sind Silberlegierungen die gebräuchlichsten Füllungsmaterialien im Seitenzahnbereich. Der Jahresverbrauch entspricht ca. 20.000 kg Quecksilber aus Amalgamfüllungen (TIEMANN, Symp. 1981).

Nach einer Umfrage von CASTAGNOLA und WIRZ (1980) konnten im Gesamtverbrauch der Amalgame durch die Schweizer Zahnärzte gegenüber 1977 (WIRZ u. CASTAGNOLA 1977, S. 594) keine wesentlichen Veränderungen festgestellt werden (Tab. 2).

6.3 Dosier- und Verarbeitungsmodus

Für schweizerische Verhältnisse repräsentativ ermittelten dieselben Autoren, daß das "umweltfreundliche", vordosierte, mechanisch mischbare Kapselsystem seit 1974 (= 2 %) 1976 (= 35 %) und 1978 (= 50 %) gegenüber anderen Praktiken (S. 22) auf dem Vormarsch ist. Diesen Schritt nach vorne haben wir in Tübingen seit 1976 mit "Amalcap" vollzogen.

Umweltfreundlich auch deshalb, weil die Kapselamalgame eine personell unabhängige Dosierung und Trituration mit Mischgeräten (S. 22) gestatten, den Schutz der Legierungspartikel vor Oxidation gewährleisten und keine Entmischung derselben zulassen. Schließlich entfällt

die Kontaminationsgefahr durch Quecksilber bzw. wird auf ein Minimum bei der Verarbeitung reduziert.

6.4 Legierungszusammensetzung

Auch bezüglich der Legierungszusammensetzung haben sich in den letzten Jahren wesentliche Änderungen ergeben. Anstelle der konventionellen Legierungen tragen die sog. "Gamma-2-freien Amalgame" (S. 14), die nach Schweizer Resultaten 1974 (= 1 %), 1976 (= 25 %) und 1978 (= 54 %) ausmachten (CASTAGNOLA u. WIRZ 1980).

Diese wiederum umweltfreundlichen ternären Legierungen aus Silber-Zinn-Kupfer in mikrosphären- und sphäroidalteilchen Form (STOIAN u. MEYER 1980) haben die Argumente gegen eine Verwendung von Amalgam aus ästhetischen Gründen (Metallfarbe), Quecksilberabgabe, Creep, allergische und elektrische Phänomene u.a. weitestgehend abbauen helfen.

7. Konventionelle Amalgame

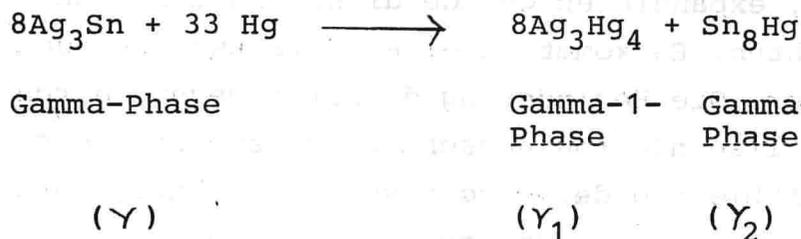
Entwicklungen der letzten 100 Jahre haben zu den heutigen hochwertigen Non gamma-2 Amalgamen geführt. Verbesserungen waren die Verkleinerung der Partikelgröße und die Einführung von Kugelpulvern. Die Entstehung der sog. Gamma-2-Phase wurde zuerst von Kanadiern und erhöhte Kupferzusätze unterdrückt und führte zu den neuen Gamma-2-freien Legierungen.

Die bis 1977 gültigen alten Spezifikationen der American Dental Association (ADA) und der Fédération Dentaire Internationale (FDI) galten für Legierungen, die aus Silber, Zinn und Zusatzmetallen, vornehmlich Kupfer und Zink, bestanden. Folgende Gehalte waren vorgeschrieben:

Mindestens 65 % Silber, höchstens 29 % Zinn und höchstens 6 % Kupfer¹⁾.

Die Entwicklung der Non gamma-2 Amalgame muß zwangsläufig zu einer Änderung der "alten" Spezifikation führen.

Die Legierungspulver der konventionellen Amalgame bestanden im wesentlichen aus der intermetallischen Verbindung Ag_3Sn , auch Gamma-Phase genannt, die mit Quecksilber wie folgt reagiert:



Bei der Abbindung entstehen die intermetallischen Phasen Gamma 1 und 2.

7.1 Nachteile der Gamma-2-Phase

Von den drei Phasen ist die von Gamma-2 wegen ihres Gehaltes an unedlem Zinn (Sn) das korrosionsanfälligste, gleichzeitig mechanisch schwächste Glied der chemischen Reaktion. Sie bestimmt das Korrosionspotential²⁾ des ganzen Amalgams.

1) Kupferamalgam, ein binäres Amalgam aus Kupfer und Quecksilber, findet heute als Füllungsmaterial keine Verwendung mehr und wird in vorgegebenem Rahmen nicht behandelt.

2) Die Korrosion hat auch ihre positiven Seiten, da Korrosionsprodukte die Randspalten verdichten (JØRGENSEN 1978 u.a.)

"Beim Angriff auf die γ_2 -Phase wird nur das Zinn oxidiert, während der kleine Quecksilberanteil in metallischer Form zurückbleibt und in das Amalgam hineindiffundiert. Hier reagiert es erneut mit restlichem Ag_3Sn . Eine Intoxikation des Organismus mit Quecksilber-Ionen kann somit zwar nicht eintreten (TILL u. WAGNER 1973), jedoch führt diese Diffusion zu einer lokalen Expansion des Amalgams dort, wo die Quecksilber-Atome hineinwandern, merkuroskopische Expansion nach DREYER-JØRGENSEN (1965). Da die Korrosion infolge von Belüftungselementbildung bevorzugt vom Spalt zwischen Schmelz und Füllung ausgeht, expandieren gerade diese angrenzenden Amalgamschichten. Es kommt zu einem Herauswachsen der Füllungsrän-der. Die Behinderung dieser Bewegung durch weiter innen liegende Amalgamschichten bewirkt gleichzeitig eine Abbiegung der Ränder von der Schmelzkante weg. Dies führt zu einer Spaltverbreitung und später zu einem Bruch der Kanten. Zurück bleibt ein keilförmiger Graben am Rand der Füllung, von dem aus die Sekundärkaries sich ausbreiten kann.

Die Deformation der Kanten erfolgt um so leichter, je mehr das Amalgam zur Verformung unter konstanter Belastung neigt. Diese Verformung bezeichnet man als "Kriechen" ... (KROPP 1979)

Ein Maß hierfür ist der Creep-Wert¹⁾. Klinische Versuche wiesen eine deutliche Korrelation zwischen Creep und Kantenbruch nach (MAHLER et al. 1970, Hamilton et al.

1) Creep ist die prozentuale Längenveränderung eines 7-Tage-Prüfkörpers unter Belastung.

1975, LETZEL et al. 1978). Flow-Messungen¹⁾ ergaben geringere Unterschiede als die Creep-Messungen (DERMANN 1980). Während die Nachteile der Gamma-2-Phase bei den niedrig-prozentigen Silber-Zinn-Legierungen (45 - 55 % Silber) besonders stark in Erscheinung traten, konnten diese bei den silberreichen oder höherprozentigen Legierungen (65 %) deutlich reduziert werden. Korrosionsbeständigkeit (WAGNER 1962) und materialtechnische Eigenschaften (Erhärtungsgeschwindigkeit, Endhärte, Druckfestigkeit, Abbindeexpansion u.a.) wurden verbessert.

Versuche, durch Zusätze von Palladium die Schwächen der Gamma-2-Phase zu vermindern (KUCHER u. RÖHM, o.J., n. KROPP 1979), wurden aus finanziellen Gründen nicht weiter verfolgt. Eine Eliminierung der unerwünschten Gamma-2-Phase gelang schließlich durch Erhöhung des Cu-Anteils auf verschiedenen Wegen.

7.2 Entwicklung von Non gamma-2 Amalgamen

Einer Ag_3Sn -Füllung wurden fein verdüστε Kugeln des Ag-Cu-Eutektikums (72 % Ag, 18 % Cu) in Anteilen zwischen 9 und 33 % beigemischt (INNES u. YOUDELIS 1963). Diese Mischungen bildeten beim Abbinden mit Quecksilber keine Gamma-2-Phase mehr aus bzw. nur kurzfristig, um dann wieder zu verschwinden (SARKAR u. GREENER 1975, KROPP 1979). Es entwickelte sich eine neue Phase, die sich um die Ag-Cu-Kugeln ring- bzw. schalenförmig legt und aus der intermetallischen Verbindung $Cu_6Sn_5 = \eta'$ (sog. Etá-Phase) besteht. Diese Umhüllungsphase ist härter und korrosionschemisch edler.

1) Der Flow-Wert ist ein Maß für die Verformung einer noch nicht ganz abgebundenen Füllung durch die ersten Kaubelastungen

Abbindereaktion II (Ergänzung der Formel I)



Durch Zusammenfassung der Formeln I u. II ergibt sich als Abbindereaktion III:



Cu_6Sn_5 ist jetzt die unedelste im Gefüge.

"Da sie aber kein Quecksilber enthält, wäre selbst im Falle einer Korrosion die Gefahr einer merkuroskopischen Expansion ausgeschaltet. Wie die Creepmessungen zeigen, ist gleichzeitig der Widerstand gegenüber Verformungskräften wesentlich besser, so daß die Gefahr von Kantendeformationen und Brüchen deutlich vermindert ist."
(KROPP 1979)

Allen diesen Formulierungen ist der hohe Kupfergehalt von etwa 10 - 30 % gemeinsam (EAMES u. McNAMARA 1976, SCHLAGENHAUFEN 1978).

Als erstes europäisches Amalgam des neuen Typs erschien 1975 das "Luxalloy non gama 2" (Degussa) und das "Amalcap" (Vivadent) im Handel, die von der Gamma-2-Phase frei sind und verbesserte Werte für Druckfestigkeit (DERMANN 1976, 1978), Flow und Creep (DERMANN 1978) zeigen (KROPP 1979).

Neue Rezepturen unter Ausschaltung des Gamma-2 und Erhöhung des Cu-Anteils entwickelte man in den USA, wo sich ein reines Kugel-Pulver mit etwa 60 % Ag, 27 % Sn und 13 % Cu durchsetzte. "Die Kugeln bestehen aus einem feinen Gemisch von $\text{Ag}_3\text{Sn} + \text{Cu}_3\text{Sn}$ und reagieren mit Hg

zu Ag_3Hg_4 und Cu_6Sn_5 , jedoch nicht zu Sn_8Hg ." (ASGAR u. REICHMANN, zit. n. KROPP 1979).

Auch in der Bundesrepublik führten Neuentwicklungen, die den Cu- und Ag-Gehalt erhöhten und den Sn-Anteil senkten, zur Korrosionsbeständigkeit, extrem niedrigem Creep (0,2 %) und hoher Enddruckfestigkeit (über 450 N/mm²).

"Dieses Ergebnis wurde durch Verdüsen einer Ag-Cu-Sn-Legierung mit niedrigem Zinngehalt und durch Beimischung eines kleinen Anteils von Ag_3 -Sn-Spänen konventioneller Zusammensetzung erreicht. (Arbeitstitel: A-76 (KROPP, o.J.)) ... Die Abbindereaktion mit Quecksilber führt wieder zu Ag_3Hg_4 und Cu_6Sn_5 , wobei ein Teil der Ausgangslegierung, α -Ag/ α -Cu in Kugelform, und nur sehr wenig Ag_3 zurückbleiben." (KROPP 1979)

Korrosionstests an verschiedenen Non gama-2 Amalgamen machen deutlich, daß "A-76" im Vergleich zu dem o.g. "Luxalloy" noch korrosionsbeständiger ist. Während konventionelle "Standalloy-F-Prüfkörper infolge Bildung von Zinnoxiden dunkel anliefen, blieben die aus A-76 und Luxalloy hell, ein inzwischen auch klinisch beobachteter Effekt, der vor allem auch aus ästhetischen Gründen verlangt wird.

Unter Heranziehung einiger US-Amalgame wurden in einer weiteren Testreihe Spannungsdifferenzen an Amalgamprüfkörpern gemessen. Es zeigte sich deutlich das negative Potential der gamma-2-haltigen, gegenüber den Non gamma-2 Amalgamen. Letztere wiesen "wesentlich edlere Potentiale" auf. "Am edelsten war das A-76, dicht gefolgt von Luxalloy, dessen Potential überraschenderweise dem des A-76 näher kommt als denen der US-Amalgame mit vergleichbarem oder niedrigerem Silber-Gehalt". (KROPP 1979).

Inzwischen sind mit dem neuen Amalgamtyp eine Reihe von klinischen Untersuchungen über mehrere Jahre durchgeführt worden (DUPERON et al. 1971, LETZEL et al. 1977, MAHLER et al. 1970, MAHLER et al. 1973, MATHEWSON et al. 1974, EAMES 1976, OSBORNE et al. 1976, 1977). Um Pulpenschäden zu vermeiden, muß auch bei der Verwendung der kupferreichen Silberamalgame eine Unterfüllung gelegt werden (MJÖR et al. 1977).

Allen Non gamma-2 Amalgamen ist die hohe Korrosionsbeständigkeit, ein edleres Korrosionspotential, eine erhöhte Druckfestigkeit und ein deutlich verminderter Creep gemeinsam.

Neben den Qualitätsverbesserungen in chemisch-physikalischer Hinsicht sind heute schwarze, metallische Verfärbungen, herausgewachsene und gebrochene Ränder bei Anwendung der kupferreichen Silberamalgame klinisch weitgehend zu vermeiden. Voraussetzung für ein einwandfreies Füllungsergebnis ist die Verwendung einer optimalen Legierung, die exakte Kavitäten-Präparation und die vorschriftsmäßige, scheinbar so leichte und bequeme Verarbeitung der Legierung in allen Punkten.

8. Löslichkeit des Hg aus Amalgamfüllungen

8.1 Modellversuche mit künstlichem Speichel

Extrahierte und mit Amalgam gefüllte Zähne¹⁾ wurden 5 Minuten nach der Füllung in künstlichem Speichel eingelegt²⁾ und die Löslichkeit von Hg durch flammenlose Atomabsorption bestimmt.

"Es ist nicht sicher, ob die experimentell ermittelten Löslichkeitswerte von Hg unter Verwendung von 10 ml Speichel und jeweiliger Erneuerung und von 100 ml bzw. 500 bis 1.500 ml Speichel verglichen werden können. Wenn die höchsten Löslichkeiten ausgewertet werden, so würde sich eine gesamte maximale Quecksilberlöslichkeit bei einer Speichelproduktion von 1 l pro Tag errechnen von etwa 35 bis 40 µg Hg und bezogen auf eine Speichelproduktion von 1,5 l eine gesamte Hg-Lösung über den Versuchszeitraum von bis zu 240 Stunden von etwa 50 - 60 µg Quecksilber ..." (SCHNEIDER 1976).

8.2 In-vitro-Versuche an Amalgamfüllungen

Experimentelle Versuche von TILL u. WAGNER (1973) zeigten, daß die Hg-Abgabe erst bei niedrigen pH-Werten meß-

1) Kavitätenpräparation zur Aufnahme von 1,9 g "Dispersalloy": Dispersalloy enthält max. 0,3 % an Gamma-2-Phase gegenüber ca. 10 % der konventionellen Amalgame. Unterfüllung aus Phosphatzement, Trituration mit einem Dentomat (R) electronic.

2) Zusammensetzung künstlicher Speichel (DIN 53160): Natriumhydrogencarbonat (Natriumbicarbonat NaHCO_3) = 4,2 g, Natriumchlorid (NaCl) = 0,5 g, Kaliumcarbonat (K_2CO_3) = 0,2 g, Wasser = 1.000 ml, pH-Wert = 8,85

bar wird

"und durch den Kauakt einer gewissen Steigerung unterliegt. Für zwei 50 mm² große Amalgamfüllungen wurde bei einem unphysiologischen pH-Wert von 3,2 eine tägliche Hg-Abgabe von ca. 0,3 µg berechnet (TILL 1977) ...

Selbst wenn man die von TILL unter eher unrealistischen Bedingungen ermittelte Hg-Abgabe von Amalgamfüllungen als zutreffend ansieht, würde auch bei Vorliegen von 20 derartigen Füllungen nur eine tägliche Mehrbelastung von 3 µg resultieren. Dies entspräche gerade 10 % der Hg-Belastung durch die Nahrung." (SCHIELE 1981)

Nach dem Prinzip der flammenlosen Atomabsorption wurde die Hg-Abgabe frischer Prüfkörper verschiedener Amalgame an H₂O und an Lösungen untersucht.

MAYER u. DIEHL (1976) fanden am 1. Tag Hg-Abgaben von 2,5 µg/cm² bei "Standalloy" (Degussa, Silberamalgam) und von 2,7 µg/cm² bei "Cupromuc" (Fa. Merz, Kupferamalgam). Nach 10 Tagen waren die Werte auf 0,06 µg/cm² d abgesunken.

SCHLESIGER (1978) fand in den ersten 24^h 3,6 µg/cm² bei "Cupromuc", 2,0 µg/cm² bei "Standalloy" und nur 0,77 µg/cm² bei A-76 (Degussa, Arbeitstitel). Am 10. Tag fand er noch 0,016 µg/cm² bei "Cupromuc" und < 0,01 bei den beiden Silberamalgamen.

MAYER u. DIEHL führten darüber hinaus Vergleichsmessungen in physiologischer NaCl-Lösung, Ringer-Lösung und künstlichem Speichel durch, konnten jedoch keine bemerkenswerten Unterschiede gegenüber destilliertem Wasser feststellen.

Untersuchungen nach dem o.g. Prinzip (KROPP, pers. Mitt. 1979), aber mit unterschiedlichen Meßgeräten und z.T. abweichenden Verfahren ergaben folgende Resultate:

"Frisch angemischte Amalgame geben am ersten Tag je nach Typ 1,4 - 4,5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ Hg an H_2O von 37° C ab, am 5. Tag nur noch 0,07 - 0,32 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Frisch beschliffene, ausgehärtete Amalgamkörper geben am ersten Tag 1,0 - 1,7 und am 5. Tag \sim 0,1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ab.

Bei täglich 2 x Zähneputzen werden pro Tag 0,4 - 0,9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ Hg abgegeben. An Lösungen mit höherem Citrat-Gehalt wird wesentlich mehr Hg abgegeben als an H_2O , an Lösungen mit niedrigem Chlorid- und Rhodanidgehalt etwas weniger als an H_2O ."

Zwei erfolglose Suizidversuche mit metallischem Quecksilber werden von MAYER (1980) mitgeteilt.

Eine einmalige oder wiederkehrende Hg-Belastung verschiedener Freisetzungsformen kann durch Schlucken und Hg-Dampf bei der Verarbeitung oder als Hg-Dauerbelastung durch eine oder mehrere Füllungen, Abrasion bzw. Korrosion ausgelöst werden.

Entsprechende Absaugeinrichtungen reduzieren die Hg-Belastungen. Die Schädigungsrate durch Hg-Dauerbelastung ist zu vernachlässigen, wenn man insbesondere die Non gamma-2 Amalgame heranzieht.

9. Symptomatik

Der Symptomenkatalog der chronischen Hg-Vergiftungen ist umfangreich.

Bei der Schilderung der Symptomatik geht OHNESORGE (Symp. 1981) auf die Schädigungen ein, "die im unteren toxischen Grenzbereich auftreten. Denn nur diese dürften schlimmstenfalls hier von Interesse sein."

Um möglichen Mißverständnissen entgegenzuwirken, betont OHNESORGE, ... "daß ihm auch derartige Schädigungen, abgesehen von den seltenen allergischen und von lokalen Reaktionen, nicht bekannt geworden sind."

"Die Zeichen einer beginnenden chronischen Quecksilberdampf-Vergiftung sind durch ein unspezifisches asthenisch-vegetatives Syndrom gekennzeichnet. Die Patienten klagen über Schwäche, schnelle Ermüdbarkeit, Appetit- und Gewichtsverlust, Nervosität, schlechte Merkfähigkeit und manchmal auch über gastroenteritische Störungen. In einem etwas ausgeprägteren Stadium tritt als erstes objektivierbares Symptom ein charakteristischer Intensions-Tremor besonders der Finger, der Augenlider und der Lippen auf"...

Der Intensions-Tremor ist die Ursache der typischen "Quecksilber-Zitterschrift". Dieses Syndrom des Mikromerkuralismus⁽¹⁾ ist bei Unterbrechung der Exposition und entsprechender Therapie zum Teil reversibel oder zumindest kompensierbar.

Den Allgemeinbeschwerden läßt sich nur dann eine Wertigkeit beimessen, wenn eine Abhängigkeit von der Exposition vorhanden ist (SCHIELE, Symp. 1981), wenn man

(1) Mikromerkuralismus ist ein arbeitsmedizinischer Terminus und betrifft den Grenzbereich zwischen Krankheit und Gesundheit unter gewerblichen Bedingungen (SCHIELE, Symp. 1981)

Kenntnis von der Exposition des Betroffenen hat (OHNESORGE, Symp. 1981). Angstzustände, schnelle Ermüdbarkeit, leichte Erregbarkeit haben wir alle (OHNESORGE), Symp. 1981). Auch "STRESS" (KNOLLE, Symp. 1981) ist nicht auszuschließen. Wer leidet nicht an Merkschwäche, an Unruhe u.ä. (MARXKORS, Symp. 1981).

Im Sinne arbeitsmedizinischer Erfahrungen empfiehlt es sich, den Patienten die eigene berufliche Exposition darzustellen und seine "Verdachtsdiagnose" dadurch zu entkräften, ausgenommen die Beschwerden liegen im allergischen Bereich.

10. Hg-Gefahr bei der Verarbeitung von Amalgamen

Die Hg-Gefahr ist weniger für den Patienten als vielmehr für den Zahnarzt und sein Personal ein Problem. Bei der Amalgam-Verarbeitung werden kurzfristig Quecksilberdämpfe in der Mundhöhle bzw. Quecksilberdampfeinwirkungen bei Zimmertemperatur registriert.

10.1 MAK-Wert

Als Toleranzgrenze für Quecksilberdämpfe gilt der sog. MAK-Wert.

"Der MAK-Wert (Maximale Arbeitsplatz Konzentration) ist die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis auch bei wiederholter und langfristiger, in der Regel täglich 8stündiger Exposition, jedoch bei Einhaltung einer durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von 40 Stunden (in Vierschichtbetrieben 42 Stunden je Woche im Durchschnitt von vier aufeinanderfolgenden Wochen) im

allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten und deren Nachkommen nicht beeinträchtigt und diese nicht unangemessen belästigt. In der Regel wird der MAK-Wert als Durchschnittswert über Zeiträume bis zu einem Arbeitstag oder einer Arbeitsschicht integriert..."

Die Definition wurde von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) festgelegt.

Auszug aus der Stoffliste (1980, S. 46)

Stoff	Formel	MAK		H;S	Dampfdruck in mbar bei 20° C
		ml/m ³ (ppm)	mg/m ³		
Quecksilber	Hg	0,01	0,1	-	-

Als Toleranzgrenze für Quecksilberdämpfe werden 0,1 mg Hg/m³ Luft angegeben.

Der MAK-Wert stützt sich auf ausgedehnte Tierversuche und Untersuchungen am Arbeitsplatz (NOTHDURFT 1959).

Der von der WHO empfohlene Wert für die "vorläufig duldbare wöchentliche Zufuhr" über Nahrungsmittel, Luft und Trinkwasser beträgt 0,35 mg Gesamtquecksilber/70 kg in der Woche - davon maximal 0,25 mg als Methyl-Quecksilber - und bezieht sich auf eine lebenslange Zufuhr.

Nach OHNESORGE (Symp. 1981) wurde dieser WHO-Wert aufgrund epidemiologischer Erfahrungen mit dem etwa 10mal giftigeren Methyl-Quecksilber festgelegt, das einen Sicherheitsfaktor von 10 enthält, "mit dessen Hilfe die höhere Empfindlichkeit von Kindern, Alten, Schwangeren und Kranken und anderen Individuen berücksichtigt wird. Die tatsächliche Belastung beträgt bei uns nur etwa 1/3 dieses Wertes, wobei das Methyl-Quecksilber, das sich wegen seiner Persistenz und Lipoidlöslichkeit in der Nahrung anreichert, überwiegt.

Wenn wir den WHO-Wert von 0,35 mg Gesamt-Quecksilber/70 kg und Woche als Orientierungsbasis zugrunde legen, dann bewegen wir uns somit mit hoher Wahrscheinlichkeit in einem Bereich, in dem ein Gesundheitsrisiko durch eine oder mehrere Quecksilberbelastungen in etwa gleicher Höhe aus Amalgamfüllungen weder erkennbar ist noch vermutet werden kann. Es ist nämlich bekannt, daß die Quecksilber-Abgabe aus Amalgamfüllungen nach 8 - 10 Tagen weitgehend abgeklungen ist."

"Beim Menschen wurden leichte akute Vergiftungen ab einer inhalativen Gesamtzufuhr von 5 - 10 mg Quecksilber in Dampfform beschrieben. Um Empfindlichkeitsunterschiede in der Bevölkerung abzudecken, müßte mindestens ein 10facher Sicherheitsfaktor eingesetzt werden. Es ergäbe sich dann eine vertretbare einmalige Belastung entsprechend der "maximalen Arbeitsplatzkonzentration" (kurz MAK-Wert) von 0,1 mg Quecksilber/m³ Luft, die als Anhaltspunkt für die Toxizitätsschwelle bei chronischer Zufuhr dienen kann. Die Hauptbelastung durch Amalgam ist hingegen von akut/subakutem Typ und eine vollständige Resorption - wie bei der ausschließlichen Exposition gegenüber Quecksilber-Dämpfen - unwahrscheinlich. Ich meine deshalb, daß auch die ein- oder mehrmalige Be-

lastung mit Quecksilber aus Amalgam-Füllungen bis etwa 1 mg/70 kg noch schädigungslos vertragen werden müßte."

10.2 Hg-Dämpfe bei der Amalgamverarbeitung

Das elementare Hg kann als Dampf über die Atemorgane resorbiert werden. Es kann im Speichel gelöst oder in feinverteilter Form verschluckt und aus dem Magen-Darm-Kanal mit einer näher bekannten Resorptions-Quote in die Blutbahn aufgenommen werden.

Verarbeitungsphasen:

- 10.2.1 Manuelle und mechanische Trituration
- 10.2.2 Hilfsmittel Amalgampistole
- 10.2.3 Manuelle und mechanische Kondensation
- 10.2.4 Nach dem Stopfprozeß
- 10.2.5 Entfernung alter Amalgamfüllungen
- 10.2.6 Beseitigung von Amalgamresten

10.2.1 Die manuelle und mechanische Trituration (Anmischmethode)

Die manuelle Trituration mit Mörser und Pistill ist nur bis zu einem gewissen Grad standardisierbar und wird nicht mehr geübt (RIETHE 1971).

Das Anreiben in offenem Mörser betrug bei einem Versuch von KROPP (1963/64) ⁽¹⁾ 0,013 mg Hg/m³ Luft gegenüber der Anmischung unter Verschuß (0,003 mg Hg/m³ Luft), wobei das fertige Amalgam sofort in ein Gefäß

(1) Die Hg-Dampfkonzentration der Luft wird nach dem Prinzip der Filterphotometrie mit dem Beckmann-Meßgerät K 23 vorgenommen.

mit Wasser geworfen wurde. In einer Entfernung von 20 cm aufgestellt, wurde noch ein MAK-Wert von 0,1 mg Hg/m³ Luft gemessen.

Die Forderung nach Normung des Anmischverhältnisses, Anmischmethode und -zeit führte zur Entwicklung mechanischer Mischer (Amalgamatoren). Vorteile: rationelle Arbeitsweise, gleichmäßiges Dosieren von Feilung und Quecksilber, genormtes Anmischen, verkürzte Triturationszeit, homogene Mischung, Auspressen entfällt (RIETHE 1971).

Untersuchungen, die für die schweizerischen Verhältnisse Gültigkeit haben, sind von WIRZ u. CASTAGNOLA (1977) angestellt worden. Dabei wurde der Hg-Gehalt verschiedener Behandlungsräume, die unterschiedlichen Verarbeitungsmöglichkeiten von Amalgam und die individuellen Gewohnheiten, die den Hg-Gehalt der Praxis beeinflussen könnten, untersucht.

Die mit geschlossenem System arbeitenden Amalgamatoren (z.B. Dentomat, Duromat) bieten ausreichende Sicherheit "die Hg-Dampfkonzentration in ihrer Umgebung in verantwortbarem Rahmen zu halten. Die Meßwerte nach zehn kurz aufeinanderfolgenden Mischungen liegen durchschnittlich zwischen 0,035 bis 0,045 mg Hg/m³ ..."

Seit der Einführung vordosierter Kapsel-Amalgame wird das Mischen mit Vibratoren, Plastik- oder Metallkapseln (mit und ohne Pistill) kaum noch gebraucht.

"Nach zehn aufeinanderfolgenden Mischvorgängen mit Wig L Bug oder S.S. White Amalgamiser liegt die durchschnittliche Hg-Dampfkonzentration der Luft in unmittelbarer Nähe des Mischgerätes zwischen 0,05 - 0,08 mg Hg/m³, also

etwas höher als bei den Amalgamatoren ...". (CASTAGNOLA u. WIRZ 1977)

Im Zeichen einer zunehmenden Rationalisierung und Standardisierung werden wegwerfbare, mit Quecksilber und Feilung vordosierte Mischkapseln hergestellt. Mehrere Kapseltypen sind im Handel. Wir verwenden seit Jahren in den Kursen die am dichtesten schließende Ivoclar-Vivadent-Kapsel, deren Hg-Dampfkonzentration von den Autoren CASTAGNOLA u. WIRZ (1974) mit nur 0,003 - 0,004 mg Hg/m³ gemessen wurde. Die Wegwerfkapseln werden nach Gebrauch in einem Plastiksack gesammelt und vernichtet.

10.2.2 Hilfsmittel - Amalgampistole

Sie dient der Aufnahme des Amalgams nach der Trituration (ohne Berührung mit der Hand), wodurch einzelne Kavitätenformen, bei entsprechender Wahl der Pistolenansätze auch engere Kavitätenabschnitte, vor dem manuellen oder mechanischen Stopfen gut zu füllen sind.

Abgesehen von der Handhabung und Praxistauglichkeit der verschiedenen Systeme werden unterschiedliche Verschmutzungsgrade durch Amalgam- und Hg-Reste und entsprechende geringe Hg-Dampfkonzentrationen nachgewiesen (MAYER u. KOBER 1978 u.a.). Auch SCHUBERT (1975) warnt vor der verborgenen Hg-Gefahr durch die Amalgampistole.

10.2.3 Manuelle und mechanische Kondensation

Das manuelle Stopfen der Amalgamportionen wird nach Kavitätengröße und -form mit entsprechenden Handinstrumenten (Stopfer, Kondensatoren) durchgeführt. Besonders sorgfältig erfolgt die Kondensierung längs der Kavitäten-

wände und -kanten. Ein kräftiger Stopfdruck und das sorgfältige Entfernen des Hg-Überschusses führen zu einer quecksilberarmen Oberflächenschicht (RIETHE 1971).

BERGENDAL-Technik, Cavitron u.a. arbeiten sowohl mit Stoßbewegung (automatische und pneumatische Hämmer) als auch mit mechanisch oder elektromagnetisch erzeugtem Vibrationseffekt. Alle diese Geräte erfordern entsprechend ihrer Konstruktion eine spezifische Stopftechnik. Die Ergebnisse einer guten manuellen Technik sind denen der maschinellen gleichwertig (RIETHE 1971).

Nach den Untersuchungen von CHANDLER et al. (1971) finden sich nach CASTAGNOLA u. WIRZ (1974)

"während der Ultraschallkondensation von Amalgamfüllungen noch in einem Abstand von 60 - 90 cm von der Kavität versprengte Amalgam- und Quecksilberteilchen mit einem Durchmesser von ca. 100 Micron. Obwohl die in unmittelbarer Nähe der Kavität gemessene Hg-Dampfkonzentration nur 1/5 der MAK-Werte erreicht, weisen die genannten Autoren darauf hin, daß bei dieser Art der Amalgamverarbeitung erhebliche Anteile an Hg in die Umgebung des Operationsfeldes verstreut werden und kumulativ zu einer Quelle erhöhten Hg-Dampfes werden ..."

Diese Methode wird in den Kursen nicht geübt und dadurch die Kontamination verhindert.

10.2.4 Nach dem Stopfprozeß

Nach dem Erhärten enthält eine Amalgamfüllung ca. 47 % Hg. BABENDERERDE et al. (1970) stellten mit Hilfe von radioaktivem Hg 263 fest, daß 80 % der Hg-Menge, die nach dem Legen der Füllung frei wird, in den ersten

8 - 10 Tagen in den Speichel abgegeben und von den Nieren ausgeschieden wird.

"Diese Menge ist aber weit geringer als diejenige, welche wir täglich mit der Nahrung aufnehmen" (CASTAGNOLA u. WIRZ 1974).

10.2.5 Entfernung alter Amalgamfüllungen

Beim Ausbohren alter Amalgamfüllungen werden Hg-Dämpfe frei. KRÖNCKE et al. (1963) konnten einen MAK-Wert von $0,15 \text{ mg Hg/m}^3$ Luft messen, wobei das Meßgerät in unmittelbarer Nähe der Mundöffnung eines Phantomkopfes (Abstand ca. 22 cm) installiert war und mit einem Turbinengerät ohne Spray gearbeitet wurde. MAYER (1968) stellte fest, daß die Hg-Konzentration der Luft in der Nähe des Patienten beim Entfernen beträchtlich ist. Je höher die Drehzahl (Turbine) und je forcierter der Druck, desto größer wird die Hg-Konzentration in der Luft. Mit Wasserberieselung, geringer Druckanwendung bei niedriger Tourenzahl läßt sich die Hg-Verdampfung reduzieren.

10.2.6 Beseitigung von Amalgamresten

Die unverarbeiteten Amalgamreste enthalten noch ca. 50 % Hg, von dem ein kleiner Teil in der Luft verdampfen kann. Es ist deshalb obligatorisch, alle Amalgam- und Quecksilberreste sub aqua zu deponieren ("Amalgam-Quecksilbermülldeponie", d. Verf.), wobei die Hg-Dampfkonzentration der Luft nur $0,04 \text{ mg/m}^3$ nach ca. 4 Minuten erreicht (CASTAGNOLA u. WIRZ 1974).

10.3 Hg-Dampfgehalt in Behandlungsräumen

Mit dem Hg-Dampfgehalt in zahnärztlichen Praxen haben sich weltweit viele Autoren befaßt und umfangreiche Untersuchungen angestellt (KNOLLE 1968, WIRZ u. CASTAGNOLA 1977).

In einem hermetisch verschlossenen Zimmer mit ca. 50 m³ Rauminhalt stellte KROPP (1964) eine offene Schale mit 300 g Hg auf, die eine freie Oberfläche von 57 cm² aufwies; nach 3 Stunden hatte sich ein Grenzwert von 0,044 mg Hg/m³ Luft eingestellt, der nicht mehr überschritten wurde.

Der durchschnittliche, in der Mitte eines Behandlungszimmers gemessene MAK-Wert betrug nach KROPP 0,01 mg Hg/m³ in sechsfünfzig für diese Untersuchungen nicht vorinformierten Praxen. In zwölf der Behandlungszimmer konnte kein MAK-Wert registriert werden, während die höchste Konzentration 0,03 mg Hg/m³ in fünf Behandlungsräumen festgestellt wurde.

Der Hg-Dampfgehalt der Luft ist abhängig von der Zunahme der gelegten Füllungen und liegt entsprechend vormittags niedriger als nachmittags.

Um den MAK-Wert zu erfassen, dem der Behandler und sein Hilfspersonal direkt ausgesetzt sind, stellten BÖCKER u. MARXKORS (1965) das Meßgerät ca. 30 cm vom Arbeitsplatz auf. Beim Anmischen im Mörser mit Pistill fanden sie ca. 30 cm vom Arbeitsplatz entfernt beim Legen von 10 Füllungen einen Durchschnittswert von 0,03 mg Hg/m³ Luft. Der in der Mitte des Behandlungsraumes gemessene Hg-Dampfgehalt nahm mit steigender Füllungsanzahl zu, nicht aber der MAK-Wert in unmittelbarer Nähe des Ar-

beitsplatzes. Die Hg-Kontamination an finnischen Arbeitsplätzen sieht wie folgt aus:

Das Luft-Hg variierte zwischen 0,001 bis 0,04 mg Hg/m³. Diese Werte wurden im Luftbereich des bei uns nicht mehr verwendeten Dentomat-Amalgamators gemessen. Die Hg-Blutwerte des Personals bewegen sich zwischen 20 u. 45 nmol/l (Grenze 170 nmol/l (YRJAENHEIKKI et al. 1980).

Ähnliche Untersuchungen haben CASTAGNOLA u. WIRZ (1974) durchgeführt. Die durchschnittlichen MAK-Werte lagen zwischen 0,025 - 0,045 mg Hg/m³ Luft. Im übrigen bestätigen die Autoren die Abhängigkeit von der Zeit der Messung, morgens - abends, und der Anzahl der gelegten Füllungen.

10.4 Lüftung der Behandlungsräume

KROPP (1964) konnte nachweisen, daß auch die Luft des Arbeitsraumes einen Einfluß auf den Hg-Dampfgehalt der Luft hat. Dieser war geringer als in Zimmern mit meist geschlossenen Fenstern und Türen. CASTAGNOLA u. WIRZ (1974) stellten fest, daß bei regelmäßiger Lüftung die Hg-Konzentration unter 0,1 mg Hg/m³ Luft gehalten werden könnte.

10.5 Behandlungsräume und Bodenbeläge

Das Australian Bureau of Dental Standards konnte u.a. nachweisen,

"daß die Beschaffenheit der Bodenbeläge direkte Rückschlüsse auf den Hg-Gehalt der Luft erlaubt. Praxen mit Spannteppichen weisen einen doppelt so hohen Hg-

Luftgehalt auf wie solche mit Fliesen und aufwaschbaren Bodenbelägen." (WIRZ u. CASTAGNOLA 1977, S. 573)

Spannteppiche u.a. können nicht gründlich genug von Amalgamresten oder Hg-Spuren gereinigt werden.

Nach Bodenbelägen unterteilt findet man

"in Vorräumen mit aufwaschbaren Fußböden (9 Praxen) einen durchschnittlichen Hg-Luftgehalt von nur 0,014 mg Hg/m³ Luft, gegenüber den 23 Praxen mit Teppichen oder Spannteppichen von 0,021 mg Hg/m³ Luft ..." (WIRZ u. CASTAGNOLA 1977).

11. Nebenerscheinungen

11.1 Hg-Abgabe durch Korrosionspotentiale

Untersuchungen mit dem Elektronen-Röntgenmikrosonden-Apparat an alten Amalgamfüllungen zeigen nach GASSER 1972, eine Korrosionszone von 50 - 90 µm.

"Das Quecksilber ist in den korrodierten Randzonen vermindert, woraus geschlossen werden muß, daß infolge der Korrosion eine andauernde Quecksilberabgabe aus den Amalgamfüllungen erfolgt. Die Quantitäten betragen je nach Anzahl und Größe der Füllungen 30 - 560 mg. Diese Mengen werden allerdings über Jahre hinaus freigesetzt, so daß die Gefahr einer Intoxikation des Körpers unwahrscheinlich erscheint, aber die Möglichkeit einer Sensibilisierung der Patienten nicht von der Hand zu weisen ist."

In einem Diskussionsbeitrag zu der von GASSER (1976) erschienenen Arbeit stellt KROPP (1977) lakonisch fest, "daß diese Angaben auf falschen Voraussetzungen beruhen".

Nach KROPP gehen die Autoren (RADICS, SCHWANDER u. GASSER (1970), GASSER (1972), GASSER (1976) davon aus,

"daß erstens die 50 bis 90 μm starke Korrosionszone in ihrer Gesamtheit korrodiert ist, zweitens die korrodierten Bereiche zu > 50 Vol.-% aus Hg bestanden und drittens das durch die Korrosion freigesetzte Hg die Füllung verlassen hat und in den Körper gelangt ist. Alle drei Voraussetzungen sind jedoch unzutreffend:

Ad 1: Es ist allgemein anerkannt, daß nur die Gamma-2-Phase (Sn_8Hg) korrodiert und daß diese maximal 10 Vol.-% des Amalgams einnimmt.

Ad 2: Der Hg-Gehalt der Gamma-2-Phase beträgt nur 17,5 Gew.-%, ihre Dichte 8,0 g/cm^3 .

Ad 3: Das durch Korrosion der Gamma-2-Phase freigesetzte Hg geht weder in Lösung noch wird es in metallischer Form von der Füllung entfernt, sondern diffundiert in die Füllung zurück und verursacht dort die merkuroskopische Expansion (DREYER-JØRGENSEN 1965) (vgl. auch DREYER-JØRGENSEN 1977, S. 53 d. Verf.).

Hiernach errechnet sich für eine korrodierte Amalgamoberfläche von 100 mm^2 und eine Korrosionstiefe von 90 μm ein Korrosionsvolumen von 9 mm^3 mit maximal 0,9 mm^3 Gamma-2-Phase und 1,26 mg Hg, das jedoch in der Füllung zurückdiffundiert ist und nicht 30 bis 70 mg Hg, das vom Körper aufgenommen wurde."

Darüber hinaus werden von GASSER keine Angaben über das Alter der angegebenen Füllungen gemacht. KROPP setzt fünf Jahre voraus und errechnet Vergleichszahlen aus Messungen anderer Autoren.

TILL und WAGNER (1973), auf die wir an anderer Stelle noch zurückkommen (d.Verf.), berichten über die Löslichkeit der Amalgambestandteile.

"Sie konnten kein Hg in Lösung nachweisen. Nur bei Kontakt mit Degulor und einem pH-Wert von 5 und weniger gingen Spuren in Lösung, die nach 13 Tagen auf $< 0,1 \times 10^{-6}$ g pro Tag und 100 mm^2 abgesunken waren. Für fünf Jahre errechnen sich hieraus $0,18 \text{ mg Hg}$, die maximal in Lösung gehen können, wenn man annimmt, daß die tägliche Hg-Abgabe nach dem 13. Tag konstant bleibt."

(KROPP 1977)

MAYER u. DIEHL (1976) haben atomabsorptionsspektrographisch die Abgabe von Hg aus Füllungen in den Speichel untersucht. Hg wird vornehmlich aus frisch gelegten Füllungen abgegeben, wobei sich die Hg-Menge nach 10 Tagen auf Werte von $< 0,3 \times 10^{-7}$ g Hg reduziert.

Die unedle Cu_6Sn_5 (γ' -Phase) der neuen Amalgame enthält gegenüber der Sn_8Hg (Gamma-2-Phase) der konventionellen Amalgame kein Hg, das in andere Teile der Füllung diffundieren könnte (DREYER-JØRGENSEN 1976).

Nach KROPP (1977) ist eine geringere Hg-Abgabe der Non gamma-2 Amalgame gegenüber den alten Amalgamen denkbar.

Nach den von MAYER (1980) angegebenen Amalgamfüllungen aus "Cupromuc" (R), "Standalloy" (R), A-76 Non gamma-2 und Amalgam-F, gibt A-76 Non gamma-2 am wenigsten Hg in den Speichel ab ($< 0,5 \text{ Hg}$ in $\mu\text{g}/50 \text{ mm}^2$).

Die Menge liegt 6 Stunden nach dem Legen der Füllung relativ hoch und senkt sich innerhalb von 10 Tagen auf nicht mehr zuverlässig meßbare Mundflüssigkeitswerte.

11.2 Elektrogalvanische Vorgänge in der Mundhöhle

Nach dem neuesten Stand der Untersuchungen (LUKAS 1976, LUKAS u. DREHER 1977) gehören zu einer Batterie zwei Metallelektroden und eine Elektrolytflüssigkeit. Die Metallfüllungen in Zähnen berühren jedoch trotz Unterfüllung zwei Flüssigkeiten: Speichel und die Gewebsflüssigkeit im Zahnbein und Kiefer (MARXKORS 1965, SCHRIEVER u. DIAMOND 1952).

Es gibt also nicht eine, sondern zwei Mundbatterien, und die sind gegeneinander gerichtet.

Ein Strom fließt also nur, wenn erstens ein Meßgerät an die Füllungen angeschlossen wird oder zweitens z.B. ein Löffel gleichzeitig zwei Füllungen berührt oder drittens zwei Füllungen sich direkt berühren. Im dritten Fall zeigt bei einer Messung das Meßgerät keinen Strom an, weil der Strom natürlich nicht den Umweg über das Meßgerät macht, sondern weiter direkt von einer Füllung zur anderen fließt.

Nur in diesem dritten Fall können dauernd Ströme zwischen zwei Füllungen fließen und möglicherweise Ursache für Beschwerden sein.

Allerdings konnte im Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Tübingen mit 230 Messungen ein Zusammenhang von Strömen und Beschwerden statistisch nicht gesichert werden. Nach VDE 0750 ist es noch nicht gefährlich, wenn bei einer Operation 10 μA durch das offene Herz oder 100 μA durch das Gehirn fließen (LUKAS, pers. Mitt. 1981).

11.3 Ströme und Spannungen in der Mundhöhle

Die Autoren LUKAS u. DREHER (1977) halten Potentialmessungen zwischen verschiedenen Füllungen/Kronen in der Mundhöhle nicht für sinnvoll, da nur Ströme eine biologische Wirkung haben (bedenklich ab $10 \mu\text{A}$). Zwischen Füllungen/Kronen, die sich nicht berühren, fließen im Munde jedoch nur unbedeutende Ströme, da sich die beiden Batterien (Füllung-Speichel-Füllung und Füllung-Dentin-Kiefer-Füllung) weitgehend kompensieren. Meßbar sind dagegen Kurzschlußströme zwischen elektrisch leitend verbundenen Kronen/Füllungen.

Aus 140 Messungen an verschiedenen Füllungskombinationen ergab sich ein typischer Verlauf der Strom-Zeit-Kurven mit einer Stromspitze 0,2 s nach Kontaktherstellung und einem konstanten Dauerstrom, der sich nach etwa 24 s einstellt. Die Mittelwerte der Kurzschlußströme zwischen zwei verschiedenen alten Amalgamfüllungen bzw. zwischen zwei Goldfüllungen unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Deutlich höher liegen dagegen die Kurzschlußströme zwischen Amalgam- und Goldfüllungen bzw. zwischen alten und neuen Amalgamfüllungen. Aber auch bei diesen Kombinationen übersteigen die Werte der Dauerströme selten $1 \mu\text{A}$ - sind also unbedenklich anzusehen.

Ständiger Kontakt (z.B. approximal) zwischen verschiedenartigen Füllungen sollte aber vermieden werden, da auch bei geringen elektrischen Strömen im Laufe der Zeit merkliche Ionenmengen in Lösung gehen können.

Ströme fließen auch zwischen Goldgußfüllungen bzw. Füllungen der gleichen Art (z.B. Amalgam) und nicht nur zwischen zwei unterschiedlichen Materialien (z.B.

Amalgam und Gold) (LUKAS, MARXKORS, Symp. 1981). Die Forderung des DVS nach "Mundstrommessungen" wird als illusorisch abgetan (MARXKORS, Symp. 1981).

11.4 Elektrische Strommessungen und Erkrankungen der menschlichen Mundschleimhaut

Veränderungen der Mundschleimhaut, wie z.B. "Bläschen an Zunge und Gaumen, Schleimhauterosion, Lingua geographica, Brennen, Metall-, Batterie-, saurer und elektrischer Geschmack, unklare Schmerzen, Stechen, Kribbeln" (LUKAS 1981) werden als Folgen elektro-chemischer Vorgänge an Füllungsmaterialien diskutiert.

Über Messungen von Kurzschlußströmen an 19 Patienten, vorwiegend weibliche, und 33 Kontrollpersonen berichtet der Autor wie folgt:

"Die Mittelwerte liegen alle unter 10 μ A, einem Wert, der nach VDE bei Operationen am offenen Herz noch unbedenklich ist. Die Mittelwerte des Patientenkollektivs sind gegenüber den Mittelwerten des Kontrollkollektivs erhöht - teilweise signifikant. Mittelwerte eines Kollektivs erlauben jedoch keine Aussagen über Einzelwerte. Die Verteilung der einzelnen Stromwerte zeigt ebenfalls einen Trend zu höheren Werten bei Patienten. Die Verteilungen überlappen sich jedoch so sehr, daß sich signifikante Unterschiede nicht sichern lassen." (LUKAS 1981)

Weitere Messungen werden zur Klärung der Erkrankungen der Mundschleimhaut angekündigt.

Die Möglichkeit dieser unterschiedlichen Reizwirkung für Geschmacksirritationen wird nicht ausgeschlossen

(z.B. nach frisch gelegten Amalgamfüllungen), doch sind diese nicht im Sinne krankhafter Veränderungen bzw. entzündlicher Reaktionen zu verstehen (HERRMANN, Symp. 1981). Im übrigen verlieren sich diese Beschwerden schnell.

12. Amalgamallergien

Nebenwirkungen von (Kupfer- und Silber-)Amalgamfüllungen sind von FRYKHOLM (1957) und SPRENG (1963) zusammengetragen worden.

... "Einheitliche Ergebnisse lassen sich nicht feststellen". ... Es "ergaben sich, im gesamten betrachtet, keine beweisenden Belege für Intoxikationen durch Amalgamfüllungen" ... "Es wäre denkbar, .. daß gewisse Personen im Sinne einer Toxikation auf das Quecksilber von Amalgamfüllungen, reagieren. Viel wahrscheinlicher und belegbarer ist es indessen, einen Reaktionsmodus im Sinne eines allergischen Geschehens anzunehmen". (SPRENG 1963)

Nach HERMANN (1981) wurde erstmals 1929 eine Hg-Allergie durch Amalgamfüllungen mit allergologischen Methoden nachgewiesen und 1943 in den USA zwei weitere Fälle mitgeteilt. Eine Literaturzusammenstellung von FEUER-MANN (1975) zählt "21 Fälle nachgewiesener Allergie durch Quecksilber aus Amalgamfüllungen" auf.

"Ich (HERRMANN) könnte dazu einen eigenen Fall beisteuern. Ich bin aber der Meinung, diese 21 Fälle bis 1975 sind sicher nicht alle publizierten Fälle: Wenn man die etwas verborgenen Literaturquellen noch mitnimmt, wird man auf etwa 40-50 dokumentierte Kasuistiken stoßen, und dabei handelt es sich eigentlich immer

um Einzelbeobachtungen. Kaum ein Autor, abgesehen von Herrn FISCHER aus den USA, der drei Fälle bringt, kommt in seiner Publikation über einen einzigen Fall hinaus. Demgegenüber - um das noch einmal zu betonen - steht die Unzahl von Amalgamfüllungen, die große Anzahl von Patienten, die Amalgamfüllungen tragen".

12.1 Elektroakupunkturphänomene als diagnostischer Beweis?

Der folgende Abschnitt, aus gegebenem Anlaß breit angelegt, führt Amalgamallergien an, die sich vornehmlich auf Elektroakupunkturphänomene stützen. Die Symptomatik ist weit gestreut.

Aufgrund einer persönlichen Mitteilung von Dr. H. GRAND-PIERRE (Stuttgart) teilt GASSER (1972) folgende Beobachtungen mit:

1. "Migräneanfälle"
2. "Kopfschmerzen, Herzschmerzen, Schwindelgefühl und Schmerzen in den Kniegelenken, rechts stärker als links"
3. "Erhebliche vegetative Beschwerden, verbunden mit Schlafstörungen"
4. "Ekzeme an Stirn und Schläfen"
5. "Kaum zu ertragender Pruritus im Anschluß an eine Tele-Kobaltbestrahlung nach Nephrektomie infolge eines Hypernephroms"
6. "Rheumatische Beschwerden seit 2 Jahren"

7. "Starke Schwellungszustände beider Beine, die bläulichrot verfärbt waren, psychische Labilität u.a."
8. "Starkes Hautjucken u.a."
9. "Stark ausgeprägte Wetterempfindlichkeit, quälende Kopfschmerzen, periodisch auftretende Halsentzündungen, Nacken- und Schulterverkrampfungen mit Druckempfindlichkeit, bohrende Schmerzen und ständiger Druck im Unterkiefer, Heiserkeit"
10. "... Schnelle Ermüdbarkeit, verlangsamtes Reaktionsvermögen, saurer Geschmack im Munde".

Die Messung nach der Elektroakupunkturmethode (EAP) zeigte in sieben Beobachtungen (Fall 1-3, 5, 6-8) eine "Sensibilisierung durch Silberamalgam", ... "gegenüber Amalgam", ... "gegen Kupfer und Silberamalgam" bzw. "Allergisierung gegen verschiedene Amalgamfüllungen". In drei der beobachteten Fälle fehlt die Angabe einer EAP-Messung.

Bei allen Beobachtungen trat nach Entfernung der Amalgamfüllungen oder auch nur einer Amalgamfüllung (Fall 3) nach verschiedenen Zeitintervallen Beschwerdefreiheit, insbesondere unter Anwendung 2-3 "desensibilisierender Injektionen" ein.

In zwei weiteren Beobachtungen hält GASSER fest, "daß die EAP-Herdtestung eine Sensibilisierung gegen Kupfer- und Silberamalgam bei 22 μ A zwischen Gold und Amalgam zeigte", bzw. eine "Messung Gold-Amalgam 20 μ A ergab".

In diesem Zusammenhang stellt LUKAS (Symp. 1981) fest:

"Spannungsdifferenzen sind feststellbar, Ströme sind auch feststellbar. - Ich habe keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Strömen und Erkrankungen festgestellt. Mir ist auch aus der Literatur keine Arbeit bekannt, die einen signifikanten Zusammenhang zwischen einem Strommeßwert oder einem Spannungsmeßwert und z.B. einer Erkrankung der Mundschleimhaut festgestellt hat. Es ist also nicht möglich zu sagen, ab soundsoviel Mikroampere ist eine Gefährdung gegeben und darunter nicht. Diese Angabe ist nicht möglich".

Drei eigene Beobachtungen teilt GASSER (1976) mit, wobei die Entfernung der Amalgamfüllungen nach "Zungenbrennen", "Ekzemen am Kinn" und einem Fall von "ständigen Zahnschmerzen", "Nachziehen des linken Beines" die Beschwerden verschwinden ließ. GASSER schließt der gleichen Arbeit noch weitere Beobachtungen von GRANDPIERRE (15 Patienten, Beobachtungen zwischen 1967 bis 1973) an.

Der Autor stellt zusammenfassend fest:

"Obwohl Millionen von Menschen Amalgamfüllungen in ihren Zähnen tragen, erkrankt nur eine verhältnismäßig kleine Zahl dieser Amalgamträger an Unverträglichkeitserscheinungen (submorbide Zustände lassen sich allerdings kaum erfassen). Vorläufig kann nicht auf das Amalgam verzichtet werden ..."

Auch ROST (1978), der ähnlich GRANDPIERRE zur Ermittlung von Amalgam-Überempfindlichkeit die Elektroakupunktur-Diagnostik nach VOLL verwendet, skizziert 22 derartiger Fälle. Er stellte fest, daß unter allen Amalgamfüllungen eine "isolierende Unterfüllung" fehlte.

"Eine Verschlimmerung der Beschwerden nach Amalgamentfernung trat in sieben Fällen auf, eine Verschlimmerung vorhandener Symptome im Rahmen der Desensibilisierungsbehandlung trat in neun Fällen auf. Neue Symptome wurden in sechs Fällen registriert.

Spontanheilungen nach Amalgamentfernung vor der Desensibilisierung wurden in zwei Fällen vermerkt. In zwei Fällen war kein Amalgam im Mund. Die Patienten sagten, sie hätten früher Amalgamfüllungen gehabt, diese seien durch Goldfüllungen ersetzt worden. Damals fand keine desensibilisierende Behandlung statt. Die Beschwerden konnten jetzt durch eine Desensibilisierung behoben werden."

Auch ROST kommt in seiner Zusammenfassung zu dem Schluß:

"Eine Verteufelung des Amalgams allgemein wäre das Schlechteste, was wir tun könnten. Es ist derzeit nicht durch andere Materialien zu ersetzen."

RAUE, E. (1980) schließlich bringt eine Tabelle über Gesundheitsstörungen durch Amalgame im Mund.

"Kardinalbeschwerden: Kopfschmerzen, Gesichtsneuralgien, Migräne, Schwindel, Schlafstörungen, Ohrensausen, Nausea, Erbrechen, Herz-Kreislaublabilität, Darmerkrankungen, psychische Störungen, vegetative Störungen, Hautkrankheiten und rheumatische Beschwerden."

Vorwiegend toxisch-allergisch bedingt

(Diagnostik: Elektroakupunktur nach VOLL):

Gastroenteritis und andere Darmerkrankungen, Dermatitis, Ekzeme, Urtikaria, Pruritus, Bronchialasthma, Depression.

Vorwiegend aufgrund der Strombildung

(Diagnostik: lokale Strommessung):

Kopfschmerzen, Migräne, Schwindel, vegetative Störungen, Zungenbrennen, Mundtrockenheit, Gingivitis, Metallgeschmack im Mund.

Häufige Fehldiagnosen:

HWS-Syndrom
Depression
vegetative Dystonie
Hypochondrie

RAUE fordert die KZBV und KBV auf, die Untersuchungen der Mundstromwerte einer Gebührenordnungsziffer zuzuordnen bzw. eine neue einzuführen. "Es muß uns klar sein, daß es ein Leben ohne Amalgam in nächster Zeit noch nicht geben wird. Im individuellen Fall können krankmachende Zahnfüllstoffe durch andere, z.B. Composites, Zement oder Gold ersetzt werden."

12.2 Klinische Symptomatik von Amalgamallergien

Zur klinischen Symptomatik sagt HERRMANN (1981), daß die allergischen Symptome in einem zeitlichen Zusammenhang mit dem Legen einer Füllung, seltener beim Ausbohren alter Amalgamfüllungen, beobachtet wurden.

Es handelt sich dabei in erster Linie um:

"Hautsymptome in Form von Dermatitisen, aufflackernden Ekzemschüben, urtikariellen nesselieberartigen Reaktionen, seltener auch periorale entzündliche ekzematöse Reaktionen, selten örtliche Veränderungen im Munde, Stomatitiden - aber auch sichtbar, nicht nur, daß es gebrannt hat -, dann auch Gastroenteritiden sind berichtet worden. Und nun kommt das Bemerkenswerte, daß diese Symptome ja 14 - 21 Tage nach dem Legen der Füllung üblicherweise abklingen, ohne daß die Füllung entfernt werden muß".

Wie STRASSBURG u. SCHÜBEL (1967) berichtet haben, können Hautsymptome auch durch alte Amalgamfüllungen entstehen. Ein beobachteter eigener, bisher nicht publizierter Fall, ergänzt die Ausnahmesituation.

12.3 Diagnose der Amalgamallergie

Nach KLASCHKA (Symp. 1981) sind grundsätzlich drei Voraussetzungen für die Annahme einer Quecksilberallergie maßgebend: Eine positive Anamnese, eine positive Testreaktion und ein klinisch wirklich sichtbares oder objektivierbares Krankheitsbild.

Neben der o.g. gesicherten klinischen Symptomatik ist es der Epikutantest, "der üblicherweise immer noch mit Quecksilber-2-Chlorid in 0,1%iger Lösung und mit frischem Amalgam durchgeführt wird."

"Oder was neuerdings empfohlen wird: Pulverisiertes, abgebundenes Amalgamgranulin angemischt. Das ergibt nun im Epikutantest in typischer Weise eine klare Aussage" (HERRMANN, Symp. 1981).

In der Allergologie finden auch "gleichzeitig Sublimat und Präzipitat (Sublimat 0,1 % und Präzipitat 2 %)" (KLASCHKA, Symp. 1981) Verwendung.

Hier werden die eindeutigen Aussagen von HERRMANN (Symp. 1981) wiedergegeben:

"Allergische Reaktionen auf das Quecksilber aus Amalgamfüllungen sind außerordentlich seltene Vorkommnisse. Die typische Symptomatik ist durch akute Hautreaktionen und seltene Schleimhautreaktionen im Zusammenhang mit dem Legen oder Entfernen von Amalgamfüllungen gekennzeichnet. Die Allergiediagnose wird durch Epikutantest - und nicht durch Elektroakupunkturmethoden - gesichert ..."

Die Amalgamfüllung ... führt nach derzeitiger Auffassung zu keiner Sensibilisierung des Organismus durch Quecksilber oder Quecksilberverbindungen

In keinem Fall ist es uns gelungen, bei den routinemäßigen Epikutantests, die wir in Berlin in eigener Regie machen bei einem Patienten, der aufgrund einer Akupunktur-Diagnose oder einer wegen der anderen unspezifischen Symptome vermuteten Quecksilberallergie zu uns gekommen ist, eine solche Allergie nachzuweisen".

12.4 Amalgamallergien bei Studenten und Zahnärzten

Die Ergebnisse einer Arbeit von WHITE u. BRANDT (1976) zeigen, daß die Entwicklung einer Hypersensitivität gegen Hg während der studentischen Ausbildung ansteigt. Das Fehlen von Reaktionen bei vielen Studenten resul-

tiert nach den Autoren aus dem Umstand, daß im Amalgam das meiste Hg in gebundenem Zustand vorliegt, weswegen wenig davon freigesetzt wird, um in das Gewebe einzudringen und eine Kontaktdermatitis hervorrufen zu können. Nur die empfindlichsten Individuen würden auf diesen minimalen Stimulus mit einer nachweisbaren Reaktion antworten.

Die von DJERASSI u. BEROVA (1969) beschriebenen Untersuchungen bestätigen, daß das Auftreten einer Hautsensibilisierung eventuell auf Amalgamfüllungen zurückgeführt werden kann.

Die komplexe Amalgamverbindung wie auch Quecksilber sollten als Sensibilisierungsfaktoren in Betracht gezogen werden. Auch die übrigen Legierungskomponenten sind nicht außer acht zu lassen.

"Köln (bmP) - Mehr als ein Prozent der bundesdeutschen Bevölkerung sind Allergiker. Um deren Leiden kümmern sich rund 600 Allergologen in Kliniken und Praxen ..."

"Inzwischen können rund 1.800 Stoffe nachgewiesen werden, die Allergien auslösen." (Zit. n. BIOMED, 4/81, S. 22)

Der Zahnarzt ist verpflichtet, bei seinen Maßnahmen eine allergische Reaktion seiner Patienten in Erwägung zu ziehen. Gold gilt praktisch als nicht allergen, obwohl Goldallergien beobachtet werden (HERRMANN, Symp. 1981).

13. Hg-Abgabe als Ursache parodontaler Abbauerscheinungen

Die Ausführungen von TILL (1977), auch vom DVS herangezogen, schließen in ihrer zusammenfassenden Stellungnahme nicht aus,

"daß es unter Umständen Zusammenhänge zwischen den durch Bakterien angerichteten Abbauerscheinungen und den ständigen Quecksilbereinwirkungen auf Zahn und Kieferknochen geben könnte, wie die Resultate an Untersuchungen an Ratten mit einem entsprechenden Kostzuwachs in Form von Hg Azetat gezeigt haben. Es könnte sein, daß eine "örtliche" toxische Wirkung der ständig in Lösung gehenden Hg-Ionen in Richtung gegen das Zahninnere und den Kieferknochen, zusätzlich zu den zivilisatorischen Traumata, die unseren Körper treffen, unseren Abwehrmechanismus derart schwächen, daß die Schädigungsfähigkeit der meist im Mund vorhandenen aggressiven anaeroben Bakterien-spezies und Mischfloren voll wirksam werden kann."

Gegenüber MASCHINSKY (Schreiben vom 18. März 1977) distanzierte sich TILL von den Zeitungsnachrichten, die aufgrund der TILLschen Ergebnisse ihren Lesern berichteten, die in Lösung gehenden Hg-Ionen verursachten Parodontose und Knochenabbau.

Damit nicht genug erschien eine neue Arbeit von TILL (1978), ebenfalls vom DVS aufgegriffen unter dem Thema: "Quecksilberabgabe aus Amalgamfüllungen und Munddysbakterie als Ursache parodontaler Abbauerscheinungen."

Nach TILL ist zu berücksichtigen,

"daß sich Hg aus Amalgamfüllungen herauslöst und in Zahnwurzeln und Kieferknochen anreichert ..."

"Parodontologische Knochenabbauerscheinungen entstehen aber nicht nur durch ausgeschiedenes Quecksilber aus Amalgamfüllungen, also exogen für sich allein, sondern können auch durch andere exogene oder endogene Ursachen ausgelöst oder verstärkt werden."

Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden nicht nur von FISCHER et al. (1978) verworfen, sondern veranlaßten auch KÖNIG (1979) zu einer außergewöhnlichen Stellungnahme:

"... daß seine (TILLs) Hypothese von der aetiologischen Rolle der Quecksilberabgabe aus Amalgamfüllungen in der Pathogenese von Gingivitis und Parodontitis auf sehr schwachen und nicht schlüssigen experimentellen Ergebnissen aufgebaut ist ..."

"Auffällig ist, daß unter den 51 von TILL zitierten wissenschaftlichen Arbeiten von den grundlegenden Untersuchungen durch THEILADE et al. (1966) und LÖE (1971) bis zum deutschsprachigen Standardwerk alle relevanten neueren Publikationen fehlen ..."

"Der ernsthafte Wissenschaftler sollte sich die Disziplin auferlegen, neue Ideen nur in der wissenschaftlichen Fachliteratur zur Diskussion zu stellen; zahnärztliche Zeitschriften für die praktizierende Zahnärzteschaft sollten als Form ausschließlich gesicherten praxisrelevanten Tatsachen vorbehalten sein ..."

und SCHIELE (Symp. 1981) erklärt:

"Erlauben Sie mir abschließend eine Bemerkung zu den Verfechtern der These, daß schon die zusätzliche Aufnahme kleinster Hg-Mengen ein gesundheitliches Risiko

beinhalten würde. TILL (1978) führt als Beleg hierzu die sog. Habersche Regel an, die besagt, daß das Dosis-Zeitprodukt im Hinblick auf eine toxische Wirkung konstant ist ($c \times t = W = \text{konstant}$). Hierbei wird unterstellt, daß die Aufnahme kleinster Mengen eines Schadstoffs über lange Zeit genauso gefährlich ist wie die einer großen Menge in kurzer Zeit. Es muß hier ganz klar gesagt werden, daß diese Regel für Quecksilber und auch die meisten anderen humantoxisch relevanten Stoffe nicht zutreffend ist. Der menschliche Organismus verfügt nämlich über Ausscheidungsmechanismen für die verschiedensten toxischen Einwirkungen. Daher lassen sich, wie ich es ausführte, Schwellenkonzentrationen ermitteln, bei deren Unterschreiten toxische Risiken nicht zu befürchten sind."

14. Anwendungsbereich der Silberamalgame und Composites im Seitenzahnbereich (Klasse II-Füllungen)

Bis jetzt gibt es für Klasse II-Füllungen noch keine brauchbare Alternative für Silberamalgame. Diese sind daher immer noch die gebräuchlichsten Füllungsmaterialien im Prämolaren- und Molarenbereich.

Eine Gegenüberstellung Amalgame/Composites im Seitenzahnbereich betreffend Applikation, Kontaktpunkte, Ausarbeitung der Okklusalfächen, Politur, Röntgenkontrast, Abrasion u.a. zeigt, daß die Composites dem Amalgam nicht gleichwertig sind (PHILLIPS, R.W. 1975, CASTAGNOLA u. WIRZ 1977, ROULET 1977, SOLTESZ et al. 1979, ROULET et al. 1980).

So fordert ROULET (1977), daß die Indikation für Composites auf die Kavitäten der Klasse III, IV u. V beschränkt bleiben sollte, während Klasse-II-Kavitäten

routinemäßig nach wie vor mit Amalgam zu versorgen sind, und LUTZ (1989) erklärt: "Die Meinung, daß Seitenzahn-Composit-Füllungen einfacher und rationeller als solche aus Amalgam zu legen sind, ist dagegen nicht ernsthaft vertretbar, falls die geltenden Qualitätsansprüche und die technischen Realitäten nicht außer acht gelassen werden."

Auf lange Sicht gesehen ergeben Amalgamfüllungen sehr gute Resultate, sofern sie lege artis verarbeitet und gelegt werden. Die Nachteile liegen im kosmetischen Bereich und der Möglichkeit allergischer Reaktionen, die eine Ausnahme sind.

"'Weiße' Füllungsmaterialien an Stelle von Amalgam werden vor allem aus ästhetischen Gründen verlangt. Die Entwicklung eines Amalgamersatzes auf Kunststoffbasis ist ein Hauptziel der zahnärztlichen Forschung."

(LUTZ 1980)

15. Schlußfolgerungen

15.1. Amalgam heute

Im Vergleich zur Aufnahme des gefährlichen Methyl-Quecksilbers durch die Nahrung ist die Kontamination durch Amalgamfüllungen mit anorganischem Hg, die in großen Abständen bzw. kleinen Mengen erfolgt, bedeutungslos.

In der Zahnheilkunde werden Legierungen für Amalgam in großem Umfange verwendet. Noch immer sind sie die gebräuchlichsten Füllungsmaterialien im Seitenzahngebiet.

Zum Unterschied zu den früheren konventionellen Legierungen lassen sich die neuen Non gamma-2 Amalgame wie folgt klassifizieren:

An die Stelle von gamma 2 trat ein Reaktionsprodukt aus Kupfer und Zinn (Cu_6Sn_5), die korrosionschemisch edlere sogenannte Eta-Phase.

Gegenüber den konventionellen Amalgamen zeigen die Non gamma-2 Amalgame eine hohe Korrosionsresistenz.

Da die Eta-Phase kein Quecksilber enthält, ist auch im Falle einer Korrosion die Gefahr der sogenannten "merkurskopischen Expansion" ausgeschaltet.

Die Neuentwicklungen besitzen:

a) Materialspezifische Verbesserungen:

Korrosionsbeständigkeit, extrem niedrigen Creep, hohe Enddruckfestigkeit, verbesserte Flowwerte.

b) Verbesserte klinische Eigenschaften

Keine Verfärbungen, dauerhafterer Oberflächenglanz, fehlende herausgewachsene und gebrochene Füllungs-ränder, bessere Randzonen.

c) Kostenmäßige Vorteile gegenüber Goldgußfüllungen

Gegenüber den konventionellen Amalgamen geht bei den Neuentwicklungen weniger Quecksilber an der freien Amalgamoberfläche in Lösung.

Die Non gamma-2 Amalgame lassen sich nicht als Argument gegen das Amalgam als Füllungswerkstoff verwenden. Auf lange Sicht ergeben sie sehr gute Resultate. Voraussetzung für die Ausnützung der positiven materialspezifischen und klinischen Vorteile der Non gamma-2 Amalgame ist die einwandfreie Verarbeitung in allen Punkten.

Die Nachteile liegen im kosmetischen Bereich. Im Seitenzahnbereich haben wir bis heute, außer den aufwendigen, kostspieligen Goldgußfüllungen, noch keine brauchbare Alternative für Amalgam bei Klasse-II-Füllungen.

Gegenüberstellungen Amalgam/Composites im Seitenzahnbereich betreffend Applikation, Kontaktpunkte, Ausarbeitung der Okklusalflächen, Politur, Röntgenkontrast, Abrasion u.a. zeigen, daß die Composites bzw. Mikrofüller dem Amalgam nicht äquivalent sind und vorläufig weder empfohlen noch verantwortet werden können.

15.2 Nebenwirkungen

15.2.1 Für den Zahnarzt

Kupferamalgam sollte nicht mehr verwendet werden. Neue Entwicklungen haben die korrosionsanfällige Gamma-2-Phase der konventionellen Silber-Zinn-Quecksilberlegierungen eliminiert. Dieses Ergebnis ist zwingend, nur die Non gamma-2 Amalgame zu verwenden, deren klinische und technische Eigenschaften, exakte Verarbeitung vorausgesetzt, optimal sind.

Das Mischen von Hand mit Mörser und Pistill (Dosieren und Zubereiten), die Verwendung von mechanischen Dosier-

und Anmischgeräten (Nachfüllen von Quecksilber und Feilung) und nicht vordosierten Kapseln (Nachprüfung auf Dichtigkeit) sind zur Vermeidung von Hg-Dampfkonzentrationen überholt.

Im Zeichen der Rationalisierung und Standardisierung bietet sich die Vibration mit dicht schließenden vordosierten Kapseln an, eine Gewähr für die Undurchlässigkeit von Hg beim Mischvorgang, um Gefahren für den Zahnarzt und seine Umgebung zu vermeiden. Gebrauchte vordosierte Kapseln sollten in einem Plastikbehälter, Amalgamreste und überschüssiges Hg sofort beseitigt und in einem wassergefüllten unter Verschluss stehendem Gefäß aufbewahrt werden ("Amalgam-Quecksilbermülldeponie").

Fugenloser Fußboden wegen verschütteten Hgs ist erwünscht. Hg nicht aufkehren. Wenige Tropfen zerfallen in kleinste Tröpfchen, dadurch wird das Ausmaß der Verdampfung durch Oberflächenvergrößerung erhöht. Hg nicht mit Staubsauger beseitigen. Zweckmäßig den Bereich des verschütteten Hg mit aktiver Alaunerde bestreuen, um das ummantelte Hg an Verschmutzung zu hindern.

Die Amalgamportionen sollten manuell gestopft und das überschüssige Hg sorgfältig entfernt werden. Die Kondensation mit Ultraschallgeräten wird verworfen, weil die Umgebung der Kavität mit Hg stärker angereichert wird.

Restaurationen alter Amalgamfüllungen oder das Entfernen dieser sollte unter Spraybehandlung bei niedriger Umdrehungszahl, ohne Druck- und Wärmeentwicklung durchgeführt werden.

Die Arbeitsräume sollten regelmäßig und mehrmals gelüftet bzw. eine gute Durchlüftung sichergestellt werden.

Eine gesundheitliche Gefährdung des Zahnarztes und seines Personals durch Hg ist nicht zu erwarten, weil bei genügender Sorgfalt im Umgang mit Quecksilber Hg-Dämpfe in der zahnärztlichen Praxis in einem tolerierbaren Bereich gehalten werden können.

15.2.2 Für den Patienten

Die aus Silber-Legierungen abgegebenen minimalen Hg-Spuren werden durch die Non gamma-2 Amalgame erheblich reduziert. Sie sind in Publikationen nicht immer in der richtigen Größenordnung dargestellt worden. Im Vergleich zur Aufnahme des Hg durch die Nahrung ist die Kontamination durch Hg aus Amalgamfüllungen bedeutungslos.

Für die Annahme einer Quecksilberallergie sind drei Voraussetzungen maßgebend:

die positive Anamnese,
die positive Testreaktion und
ein klinisch sichtbares, objektivierbares Krankheitsbild (akute Hautreaktion, selten Schleimhautreaktion) in Zusammenhang mit der Amalgamanwendung.

Die Allergiediagnose wird mittels Epikutantests und nicht durch Elektroakupunkturmethoden gesichert.

Allergische Reaktionen auf Quecksilber aus Amalgamfüllungen sind sehr selten. Deshalb keine Amalgamfüllungen mehr zu legen, käme der Forderung gleich, keine Rezepte

mehr für solche Arzneimittel auszustellen, von denen allergische Reaktionen bekannt sind bzw. erwartet werden können.

Mehr als 1 % der bundesdeutschen Bevölkerung sind Allergiker. Rund 1.800 Stoffe wurden nachgewiesen, die zu Allergien führen. Es kann kein Zweifel bestehen, daß Millionen von Menschen Abermillionen von Amalgamfüllungen ohne Folgen tragen.

Treten allergische Reaktionen auf, ist die Amalgamfüllung durch Goldgußobjekte (wirtschaftliche Gründe) bzw. temporär durch Seitenzahn-Composites zu ersetzen.

Der Zahnarzt ist verpflichtet, bei seinen Maßnahmen eine allergische Reaktion seiner Patienten in Erwägung zu ziehen.

Die Entwicklung eines Amalgamersatzes auf Kunststoffbasis ist ein Hauptziel der zahnärztlichen Forschung. Geltende Qualitätsansprüche und technische Realitäten erlauben z.Z. keine "weißen" Füllungsmaterialien.

Amalgam als Füllungswerkstoff im Seitenzahngebiet ist noch immer das Mittel der Wahl.

LITERATUR

- ASGAR, K.,
S.H. REICHMANN : Verfahren zur Herstellung eines amalgamierbaren Legierungspulvers und Verwendung desselben für die Herstellung von Dentalamalgamen
DE-AS 2505943, zit. n. KROPP 1979
- BÖCKER, F.W.,
R. MARXKORS : Untersuchungen über den Quecksilberdampfgehalt in der Luft bei der Verarbeitung von Amalgamen
Dtsch. Zahnärztebl. 19, 127 (1965)
- CASTAGNOLA, L.,
J. WIRZ : Quecksilberverdampfung bei der Amalgamverarbeitung, insbesondere beim Gebrauch vordosierter Kapseln
Quintess. zahnärztl. Lit. 25, 4956 (1974)
- CASTAGNOLA, L.,
J. WIRZ : Anwendungsbereiche der Silberamalgame und Compositematerialien für Klasse-II-Füllungen
Zahnärztl. Prax. 28, 496 (1977)
- CASTAGNOLA, L.,
J. WIRZ : Plastische Füllungsmaterialien - ihr Verbrauch durch den Schweizer Zahnarzt
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 90, 431 (1980)
- CHANDLER, H.H.,
N.W. RUPP,
C.C. PFAFFENBARGER : Poor mercury hygiene from ultrasonic amalgam condensation
J. Amer. dent. Ass. 82, 533 (1971)
- DEGUSSA : Bericht Nr. 6628 (pers.Mitt.) 1979
- DERMANN, K. : Verformung von Amalgamproben unter Wechselbelastung
Dtsch. zahnärztl. Z. 31, 927 (1976)
- DERMANN, K. : Abbindeexpansion, Flow, Creep, Härteanstieg und Druckfestigkeit von Silberamalgamen mit hohem Kupfergehalt
Dtsch. zahnärztl. Z. 33, 129 (1978)
- DERMANN, K. : Die neuen Amalgame
Dtsch. Zahnärztekalendar, 39. Jg., Carl Hanser Verlag 1980, S. 85-96
- DJERASSI, E.,
BEROVA, N. : The possibilities of allergic reactions from silver amalgam restorations
Int. dent. J. (1969), zit. n.
WHITE u. BRANDT (1969)

- DREYER- JØRGENSEN, K. : The mechanism of marginal fracture of amalgam fillings
Acta odont. scand. 23, 347 (1965)
- DREYER-JØRGENSEN, K. : En semikvandtativ prøve for kviksølv damp i luft
Tandlaegebladet 77, 884 (1973)
- DREYER-JØRGENSEN, K. : Recent developments in alloys for dental amalgams: their properties and proper use
Int. dent. J. 26, 369 (1976)
- DREYER-JØRGENSEN, K. : Amalgam in der Zahnheilkunde
C. Hanser, München-Wien 1977
- DREYER-JØRGENSEN, K. : Neue Entwicklungen bei Legierungen für zahnärztliche Amalgame; ihre Eigenschaften und richtige Verwendung
Quintess. zahnärztl. Lit. 29, 5765 (1978)
- DUPERON, D.F.,
M.D. NEVILLE,
Z. KASLOFF : Clinical evaluation of corrosion resistance of conventionell alloy, sphericalparticle alloy, and dispersion-phase alloy
J. prosth. Dent. 25, 650 (1971)
- EAMES, W.B.,
J.F. MAC NAMARA : Eight high-copper amalgam alloys and six conventional alloys compared
Operative Dent. 1, 98 (1976)
- FISCHER, R.,
P. HACKL, G. HOLLER,
F. MOSER, E. SCHUH : Zur Frage der Amalgamtoxizität in der Ätiologie der Parodontopathien
Österr. Zschr. Stomat 75, 350 (1978)
- FRYKHOLM, K.O. : Exposure of dental personnel to mercury during work
Swed. dent. J. 63, 763 (1957)
- GASSER, F. : Amalgam in Klinik und Forschung
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 82, 62 (1972)
- GASSER, F. : Neue Untersuchungsergebnisse über Amalgam
Quintess. zahnärztl. Lit. Ref. 5543 (H. 12) (1976)
- GEBHARD, L. : Eine Untersuchung über die berufliche Quecksilberbelastung bei Zahnärzten im Raum Mittelfranken, die Amalgam verarbeiten
Med. Diss. Erlangen 1973;
zit. n. KRÖNCKE et al. (1980)

- GRONKA, A.,
R.L. BOBKOSKIE,
G.J. TOMCHICK, G.J. BACH : Mercury vapour exposures in dental
offices
J. Amer. dent. Ass. 81, 923 (1966)
- HAAS, TH.,
K.H. SCHALLER,
H. VALENTIN : Umweltgefährdung durch Quecksilber
Dtsch. Ärztebl. 19, 72 (1974)
- HAMMER, B.,
P. HOTZ : Nachkontrolle von 1- bis 5-jährigen
Amalgam-Komposit- und Goldgußfüllungen
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 89, 301 (1979)
- HAMILTON, M.A.,
A.S. SCHUCHARD,
G.J. CHRISTENSEN,
R.W. PHILLIPS,
W.W. HOWARD, W.H. GILMORE : Report of the committee on scientific
investigation of the American Academy
of Restorative Dentistry
J. prosth Dent. 34, 86 (1975)
- HAPKE, H.J. : Hygienisch-toxikologische Bewertung
von Trinkwasserinhaltsstoffen
G. Fischer Verlag, Stuttgart 1973, S. 179
- INNES, D.B.K.,
W.V. YOUDELIS : Dispersion strengthened amalgams
J. Canad. dent. Ass. 29, 587 (1963)
- KESSEL, R.,
K. BENCZE, M. HAMM,
E. SONNABEND : Untersuchungen über die Quecksilber-
konzentrationen in der Raumluft, im
Blut und im Urin bei zahnärztlicher
Tätigkeit in Klinik und freier Praxis
Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 457 (1980)
- KNOLLE, G. : Gewerbehygienische Probleme bei der
Amalgamverarbeitung in der zahnärztlichen
Praxis
(Habilitationsschrift) Düsseldorf 1968
- KRÖNCKE, A.,
H.J. GÜLZOW,
R. MAYER : Gesundheitsgefährdung durch Queck-
silber in der zahnärztlichen Praxis
Dtsch. Zahnärztebl. 17, 643 (1963)
- KRÖNCKE, A., K. OTT,
A. PETSCHERT,
K.-H. SCHALLER, M. SZÉCSI,
H. VALENTIN : Über die Quecksilberkonzentrationen in
Blut und Urin von Personen mit und
ohne Amalgamfüllungen
Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 803 (1980)
- KROPP, R. : Untersuchungen über den Quecksilber-
dampfgehalt in der Luft zahnärztlicher
Praxen
Zahnärztl. Mitt. 53, 849 (1963)
Zahnärztl. Mitt. 54, 1110 (1964)

- KROPP, R. : Neue Untersuchungsergebnisse über Amalgam - Diskussionsbeitrag zur Originalarbeit von F. GASSER, H. 12/1976, Ref. 5543 Quintess. zahnärztl. Lit. Ref. 5605, S. 55 (1977)
- KROPP, R. : Zeitschriftenreferate und Mitteilungen über Publikationen Ausgabe 1-78, Degussa 1978
- KROPP, R. : Die Non-gamma-2-Amalgame - Ein wichtiger Fortschritt zur Verbesserung des Korrosionsverhaltens von Amalgamfüllungen In: Degussa-Brief 45 (1979)
- KROPP, R. : Legierungspulver zur Herstellung von Dentalamalgamen DE-PS 251 1194; zit. n. KROPP (1979)
- KUCHEN, F.O.,
F. RÖHM : Füllmasse für zahnärztliche Zwecke DE-PS 1215-865; zit. n. KROPP
- LETZEL, H.,
C.J.M.W. AARDENING,
J.M. FICK,
M.M.A. VRIJHOEFF : Marginal breakdown of amalgam restorations versus creep. J. dent. Res. 56, IADR Abstr. No A 245 (1977)
- LETZEL, H.,
C.J.M.W. AARDENING,
J.M. FICK,
J. van LEUSEN,
M.M.A. VRIJHOEFF : Tarnish, corrosion, marginal fracture and creep of amalgam restorations: a two year clinical study Operative Dent. 31, 82 (1978)
- LUKAS, D. : Strom- und Spannungsmessungen an extrahierten Zähnen mit Metallfüllungen Dtsch. zahnärztl. Z. 31, 196 (1976)
- LUKAS, D.
H.-J. DREHER : Ströme und Spannungen in der menschlichen Mundhöhle Quintess. zahnärztl. Lit. 28, 147 (1977)
- LUKAS, D. : Elektrische Strommessungen und Erkrankungen der menschlichen Mundschleimhaut Dtsch. zahnärztl. Z. 36, 144 (1981)
- LUTZ, F. : Beiträge zur Entwicklung von Seitenzahn-Komposits. Eigenverlag KAR PAR PZM, Zahnärztl. Institut d. Univ. Zürich, 1980

- MAHLER, D.B.,
L.G. TERKLA,
J. van EYDSEN,
M.H. EISBICK : Marginal fracture as mechanical
properties of amalgam
J. dent. Res. 49, 1452 (1970)
- MAHLER, D.B.,
L.G. TERKLA,
J. van EYDSEN : Marginal fracture of amalgam
restorations
J. dent. Res. 52, 823 (1973)
- MARXKORS, R. : Elektrochemische Vorgänge an metallischen
Fremdstoffen in der Mundhöhle
Dtsch. Zahnärztebl. 19, 228 (1965)
- MARXKORS, R. : Korrosionserscheinungen an Amalgam-
füllungen und deren Auswirkungen auf
den menschlichen Organismus
Dtsch. Zahnärztebl. 24, 53, 117, 170
(1970)
- MATHEWSON, R.J.,
A.E. RETZLAFF,
D.R. PORTER : Marginal failure of amalgam in
deciduous teeth: a two-year report
J. Amer. dent. Ass. 88, 134 (1974)
- MAYER, R. : Zur Toxizität von Quecksilber und/oder
Amalgam
Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 450 (1980)
- MAYER, R.,
W. DIEHL : Abgabe von Quecksilber aus Amalgam-
füllungen in den Speichel
Dtsch. zahnärztl. Z. 31, 855 (1976)
- MAYER, R.,
St. KOBER : Amalgampistolen im experimentellen
und klinischen Test
Zahnärztl. Prax. 29, 352 (1978)
- MJÖR, I.A.,
H.M. ERIKSEN, E. HAUGEN,
O. SKOYEDAL : Biological assessment of copper-
containing amalgams
Int. dent. J. 27, 333 (1977)
- NOTHDURFT, W. : Über die maximale Arbeitsplatz-
konzentration des Quecksilberdampfes
Zbl. Arbeitsmed. 9, 263 (1959)
- OSBORNE, J.W.,
R.W. PHILLIPS,
E.N. GALE, P.P. BINON : A three-year clinical comparison of
three amalgam alloy types emphasizing
an appraisal of the evaluation methods
used
J. Amer. dent. Ass. 93, 784 (1976)
- OSBORNE, J.W.,
M.L. SWARTZ, E.N. GALE,
R.W. PHILLIPS : Clinical performance of ten amalgam
alloys. A one-year report
55th General Session IADR,
Abstr. No 250 (1977)

- PHILLIPS, R.W. : Should I be using amalgam or composite restorative materials
Int. dent. J. 25, 236 (1975)
- PHILLIPS, R.W. : Stand der heutigen zahnärztlichen Materialien in den USA
zit. n. STAUFFER, J.P. in: Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 91, 193 (1981)
- RADICS, H.,
H. SCHWANDER,
F. GASSER : Die kristallinen Komponenten der Silberamalgam-Untersuchungen mit der elektronischen Röntgenmikrosonde
Zahnärztl. Welt 79, 1031 (1970)
- RAUE, H. : Therapieresistenz: Denken Sie an die Zahnfüllung!
Ärztl. Prax. 32, 2303 (1980)
- RIETHE, P. : Die Quintessenz der Amalgamanwendung
Quintessenz Pocket 3,
Verlag die Quintessenz, Berlin 1971
- ROST, A. : Amalgamschäden
Zahnärztl. Prax. 27, 475 (1978)
- ROULET, J.F. : Ein klinischer Vergleich 3-er Komposits mit Amalgam im Seitenzahn-
bereich
Zahnärztl. Welt 86, 1055 (1977)
- ROULET, J.F.,
P. METTLER,
U. FRIEDRICH : Ein klinischer Vergleich dreier Komposits mit Amalgam für Klasse II Füllungen unter besonderer Berücksichtigung der Abrasion, - Resultate nach 2 Jahren
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 90, 18 (1980)
- SARKAR, N.K.,
E.H. GREENER : Electrochemistry of the saline corrosion of conventional dental amalgams
J. oral Rehab. 2, 49 1975
- SARKAR, N.K.,
E.H. GREENER : In vitro chloride corrosion behaviour of dispersalloy
J. oral Rehab. 2, 139 (1975)
- SCHELENZ, R.
J.F. DIEHL : Quecksilbergehalte von Lebensmitteln des deutschen Marktes
Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 151, 369 (1973)
- SCHIELE, R. : Quecksilber - umwelthygienische und arbeitsmedizinische Bedeutung.
Manuskript eines Vortrages vor der Medizinischen Gesellschaft Erlangen am 11.7.1979, zit. n. KRÖNCKE, A. et al. (1980)

- SCHLAGENHAUFEN, E. : Die neuen Legierungen für bessere Amalgamfüllungen
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 88, 766 (1978)
- SCHLESIGER, K. : Flammenlose atomabsorptionspektrographische Untersuchungen über die Abgabe von Quecksilber aus neueren Legierungen von Kupfer und Silber-Zinn-Amalgamflüssigkeiten
Med. Diss. Tübingen 1978
- SCHNEIDER, V. : Untersuchungen über die Quecksilberabgabe aus Silber-Amalgam-Füllungen mit Hilfe der flammenlosen Atomabsorption
Med. Diss. Frankfurt/M. 1976
- SCHRIEVER, W.,
L.E. DIAMOND : Electromotive forces caused by metallic fillings
J. dent. Res. 31, 205 (1952)
- SCHUBERT, C. : Dringende Warnung vor einer verborgenen Quecksilber-Gefahr
Quintess. zahnärztl. Lit. 26, 51 (1975)
- SINCLAIR, P.M.,
P.R.C. TURNER,
R.B. JOHNS : Mercury levels in dental students and faculty measured by neutron activation analysis
J. prosth. Dent. 43, 581 (1980)
- SOLTÉSZ, U.,
B. KLAIBER,
CH. PERGANDE,
H. RICHTER : Vergleichende Untersuchungen über das Abrasionsverhalten von Composite-Füllungsmaterialien
Dtsch. zahnärztl. Z. 34, 406 (1979)
- SPRENG, M. : Allergie und Zahnmedizin
J.A. Barth, Leipzig 1963
- STRASSBURG, M.,
F. SCHÜBEL : Generalisierte, allergische Reaktionen durch Silberamalgamfüllungen
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 3 (1967)
- TILL, T. : Ätiologie der infektiösen Parodontopathien
Zahnärztl. Welt 86, 176 (1977)
- TILL, T. : Quecksilberabgabe aus Amalgamfüllungen und Munddysbakterie als Ursache parodontaler Abbauerscheinungen
Zahnärztl. Welt 87, 1076 (1978)

TILL, T.,
G. WAGNER

: Untersuchungen zur Löslichkeit der Bestandteile von Amalgamfüllungen während des Kau- und Trinkaktes Zahnärztl. Welt 82, 945, 1004 (1973)

TÖLG, G.
L. LORENZ

: Quecksilber, ein Problemelement für den Menschen? - Chemie in unserer Zeit 11, 150 (1977) zit. n. KROPP, R. in: Zeitschr. u. Mitt. üb. Publikationen, Degussa, Ausgabe 1-78, 1978, S. 16

WAGNER, E.

: Beitrag zur Klärung des Korrosionsverhaltens der Silber-Zinn-Amalgame Dtsch. zahnärztl. Z. 17, 99 (1962)

WHITE, R.R.,
R.L. BRANDT

: Development of mercury hypersensitivity among dental students J. Amer. dent. Ass. 92, 1204 (1976)

WIRZ, J.,
L. CASTAGNOLA

: Quecksilberdämpfe in der zahnärztlichen Praxis Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 87, 570 (1977)

YRJAENHEIKKI, E,
H. ANTTONEN,
J. HASSI

: Exposure of dental personnel to mercury and noise. Proc. Finn. Dent. Soc. 76, 30 (1980)

ZUR FRAGE DER TOXIKOLOGIE VON
QUECKSILBER AUS AMALGAMFÜLLUNGEN

Referate

- Professor Dr. F.K. OHNESORGE
Direktor des Instituts für Toxikologie
Medizinische Einrichtungen
der Universität Düsseldorf
Moorenstraße 5
4000 Düsseldorf 1

- Dr. med. R. SCHIELE
Institut für Arbeits- und Sozial-Medizin
und Poliklinik für Berufskrankheiten
der Universität Erlangen-Nürnberg
Schillerstraße 25/29
8520 Erlangen

- Professor Dr. A. KRÖNCKE
Direktor der Poliklinik für
Zahnerhaltung und Parodontologie
Bayerische Friedrich-Alexander-Universität
Glückstraße 11
8520 Erlangen

Professor Dr. F.K. OHNESORGE, Düsseldorf

Nach § 5 des Arzneimittelgesetzes dürften Silberamalgame nicht in den Verkehr gebracht werden, wenn sie bei bestimmungsgemäßem Gebrauch schädliche Wirkungen hätten, die über ein nach den Erkenntnissen der medizinischen Wissenschaft vertretbares Maß hinausgehen. Ich möchte Ihnen in aller Kürze zunächst einige toxikologische Aspekte darlegen, die für die geforderte Risiko-Nutzen-Abschätzung bedeutsam sein mögen und dabei besonders auf die Pharmakokinetik, die Zielorgane und möglicherweise zu erwartende Symptome eingehen. Anschließend möchte ich mich dann um eine Abschätzung derjenigen Quecksilbermenge bemühen, die aus Amalgamfüllungen stammend dem Menschen ohne erkennbares Risiko zugeführt werden kann.

Wenn über die Toxikologie von Quecksilber (Hg) gesprochen wird, so muß dabei recht streng zwischen seinen verschiedenen Formen, dem elementaren Hg, den anorganischen 2-wertigen Ionen, dem Alkyl-Hg und den sonstigen organischen Hg-Verbindungen unterschieden werden. Denn ihre pharmakokinetischen Eigenschaften, ihre Resorption, Verteilung und Elimination sind ebenso unterschiedlich wie die Zielorgane, die als erste von einer Schädigung betroffen werden. Im Zusammenhang mit Silber-Zinn-Amalgam-Füllungen interessieren hier nur das elementare Quecksilber und die Quecksilber-Ionen.

Das elementare Quecksilber kann als Dampf praktisch vollständig über die Atemorgane resorbiert werden. Es kann aber auch im Speichel gelöst oder in feinverteilter Form verschluckt und dann aus dem Magen-Darm-Kanal mit einer beträchtlichen, wenn auch nicht näher be-

kannten Resorptionsquote in die Blutbahn aufgenommen werden. Unklar ist ebenfalls die Resorptionsquote von Quecksilber-Ionen, die etwa durch elektrolytische Vorgänge freigesetzt werden können. Die mir zugänglichen Angaben schwanken zwischen 2 und 50 %.

Resorbiertes elementares Hg wird zunächst physikalisch im Plasma gelöst, dann aber auch in die Erythrozyten aufgenommen. Es kann wegen seiner Lipidlöslichkeit die Blut-Hirn-Schranke und die Plazenta-Barriere durchdringen, und es reichert sich deshalb im Gehirn und im Fetus an. Im Blut und wahrscheinlich auch in den Organen wird es enzymatisch mehr oder weniger stark zu der Ionenform oxidiert, die ihrerseits eine besonders hohe Bindungsaffinität zu Proteinen und Sulfhydrylgruppen hat.

Die Ionenform kann aus diesem Grund weder in das Gehirn noch in den Fetus übertreten. Enzymatisch-reduktive Prozesse wandeln jedoch einen kleinen Teil der Ionenform in die elementare Form um. So läßt sich erklären, daß auch nach einer Belastung mit der Ionenform Quecksilber im Gehirn und im Fetus gebunden wird, allerdings in relativ geringer Konzentration im Vergleich zum Quecksilber-Dampf. Die hohe Affinität der Ionenform zu Proteinen und besonders zu Sulfhydrylgruppen bewirkt eine starke Anreicherung in den parenchymatösen Organen, vor allem aber in Leber und Niere. Es kann angenommen werden, daß Quecksilber hier letztendlich an ein besonderes niedermolekulares und Sulfhydrylgruppen-reiches Protein gebunden wird, das sogenannte Metallothionein.

Aus der unterschiedlichen Verteilung des ionisierten und des elementaren Quecksilbers lassen sich die

Prädilektionsorte, die primär von einer Schädigung betroffen werden, recht zwanglos ableiten:

Nach der Resorption toxischer Quecksilber-Dampf-Mengen treten hauptsächlich zentralnervöse Symptome auf, die sich durch die spezifische Anreicherung des Quecksilbers in einigen Hirnarealen erklären lassen. Schädigungen der Niere treten bei chronisch exponierten Menschen nur mit geringer Inzidenz auf und sind meist nur schwach ausgeprägt.

Die Nierenschäden stehen dafür bei Vergiftungen mit Quecksilbersalzen, also mit der Ionenform, im Vordergrund der Symptomatik.

Der Elimination kommt für die Beurteilung des kumulativen Verhaltens von Stoffen meistens, und so auch in unserem Fall, eine besondere Bedeutung zu. Hier verhalten sich das metallische und das ionisierte Quecksilber weitgehend ähnlich, was durch die Einstellung eines Gleichgewichtes zwischen beiden Formen durch die bereits erwähnten oxidativen und reduktiven Prozesse auch verständlich ist. Die Hauptausscheidungswege sind der Kot, in den das Quecksilber hauptsächlich über die Dickdarmschleimhaut ausgeschieden wird, und in etwa 10 - 20fach geringerem Ausmaß der Urin. Daneben werden kleinere Mengen mit dem Speichel und dem Schweiß sowie in Dampf- form über die Lungen mit der Ausatemluft eliminiert.

Die mittlere Halbwertszeit beim Menschen wird meist mit 40 - 60 Tagen angegeben. Dabei darf jedoch nicht übersehen werden, daß die Eliminationskurve eindeutig multiphasisch verläuft. Sie setzt sich aus mindestens 3 verschiedenen Exponentialkurven mit ungefähren

Halbwertszeiten von 5 Tagen, 1 und 3 Monaten zusammen, mit denen insgesamt zwischen 80 und 90 % der Körperlast ausgeschieden werden. Es kann jedoch mit einigem Recht postuliert werden, daß gerade die restlichen 10 - 20 %, die mit noch längeren Halbwertszeiten ausgeschieden werden, für die toxikologische Beurteilung besonders wichtig sind.

Denn diese repräsentieren kleine und besonders tiefe Kompartimente, in denen sich zugeführtes Quecksilber über die Zeit besonders stark anreichert und die deshalb am ehesten von einer Schädigung betroffen sein dürften. Tatsächlich wurden derartige tiefe Kompartimente bisher im Groß- und Kleinhirn nachgewiesen; aus ihnen wird das einmal aufgenommene Quecksilber mit extrem langen Halbwertszeiten von mehr als 1 bis zu 18 Jahren wieder abgegeben. Wegen der bereits erwähnten Bindung an Metallothionein sind weitere tiefe Kompartimente sehr wahrscheinlich in der Leber und insbesondere in der Niere zu suchen.

Die ziemlich komplizierte Kinetik von metallischem und ionisiertem Quecksilber hat eine weitere Folge, die mir im Rahmen dieses Symposium erwähnenswert erscheint: Die Konzentrationen im Blut und im Harn korrelieren bei den einzelnen Individuen nur sehr schwach mit den verschiedenen klinischen Symptomen und ihrem Ausprägungsgrad. Sie erlauben ferner nur sehr bedingte Rückschlüsse auf das Ausmaß der tatsächlich erfolgten Resorption, vor allem bei einer subtoxischen, chronischen Belastung. Wenn allerdings der Blut- und Urinspiegel (Normalwerte Urin $< 10 \mu\text{g}/\text{l}$, Blut $< 0,5 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$) erhöht sind, dann muß auch eine besondere Exposition stattgefunden haben.

Bei der Schilderung der Symptomatik möchte ich mich auf jene Schädigungen beschränken, die im unteren toxischen Grenzbereich auftreten. Denn nur diese dürften schlimmstenfalls hier von Interesse sein. Um möglichen Mißverständnissen gleich entgegenzuwirken, möchte ich betonen, daß mir auch derartige Schädigungen, abgesehen von den seltenen allergischen und von lokalen Reaktionen, nicht bekannt geworden sind.

Die Zeichen einer beginnenden chronischen Quecksilberdampf-Vergiftung sind durch ein unspezifisches asthenisch-vegetatives Syndrom gekennzeichnet, das als Mikromerkurialismus bezeichnet wird. Die Patienten klagen über Schwäche, schnelle Ermüdbarkeit, Appetit- und Gewichtsverlust, Nervosität, schlechte Merkfähigkeit und manchmal auch über gastroenteritische Störungen. In einem etwas ausgeprägteren Stadium tritt als erstes objektivierbares Symptom ein charakteristischer Intensionstremor besonders der Finger, der Augenlider und der Lippen auf; er ist feinschlägig und wird bei einem Teil der Patienten durch grobe Zuckungen unterbrochen. Der Intensionstremor ist die Ursache der typischen "Quecksilber-Zitterschrift". Dieses Syndrom des Mikromerkurialismus ist bei Unterbrechung der Exposition und entsprechender Therapie zum Teil reversibel oder zumindest kompensierbar.

Über subakute oder chronische Vergiftungen mit ionisiertem Quecksilber scheint wenig bekannt zu sein. Gelegentliche allergische Reaktionen, die auch bei metallischem Quecksilber vorkommen, treten hier anscheinend etwas häufiger auf und sind weitgehend dosisunabhängig. Sie werden durch die Bindung der Ionen an Proteine, die dann als Antigene wirken können, verursacht. Bei lokaler Einwirkung treten entsprechende Reaktionen an der Haut und den Schleimhäuten auf.

Besondere allergische Reaktionen wurden hauptsächlich bei Kindern nach der Verabfolgung von Kalomel als Abführmittel beobachtet und als Feer'sche Erkrankung, Acrodynie oder Pink-Disease beschrieben; nur im Tierexperiment wurde bisher eine allergisch bedingte diffuse Glomerulonephritis beobachtet.

Im allgemeinen aber muß mit dem Auftreten von Nierenschäden im Sinne einer Nephrose gerechnet werden. Es ist bisher unbekannt, ob sich der Nachweis von β -2-Mikroglobulinen zur Frühdiagnose einer Nierenschädigung eignet, wie dies von der Cadmium-Vergiftung her bekannt ist.

Zentralnervöse Störungen stehen meist ganz im Hintergrund des Vergiftungsbildes. Es wurden jedoch nach Gebrauch Präzipitat-haltiger Sommersprossen-Salben auch Fälle beschrieben, in denen es ohne jede Nierenbeteiligung zu klar ausgeprägten Symptomen im Sinne eines Mikro-merkurialismus kam.

Die von mir abschließend zu behandelnde Frage nach der sicher unschädlichen bzw. toxikologisch noch tolerablen Quecksilber-Belastung aus Amalgam-Füllungen ist heikel und nur mit Vorbehalt zu beantworten, wenn die Erfahrungen aus der Zahnheilkunde nicht berücksichtigt werden. Denn die Gewerbe- und Umwelt-toxikologischen Erkenntnisse und Grenzwerte sind wegen ihrer andersartigen Voraussetzungen und Randbedingungen nur mit erheblichen Einschränkungen übertragbar. Ich möchte mich auf der mir eher sicher erscheinenden Seite bewegen sowie lokale und allergische Reaktionen ausklammern.

In der Öffentlichkeit wird der von der WHO empfohlene Wert für die "vorläufige duldbare wöchentliche Zufuhr" über Nahrungsmittel, Luft und Trinkwasser viel zitiert. Er beträgt 0,35 mg Gesamtquecksilber/70 kg in der Woche - davon maximal 0,25 mg als Methyl-Quecksilber und bezieht sich auf eine lebenslange Zufuhr. Dabei wird jedoch meist übersehen, daß dieser WHO-Wert aufgrund epidemiologischer Erfahrungen mit dem etwa 10 mal giftigeren Methyl-Quecksilber festgelegt wurde und einen Sicherheitsfaktor von 10 enthält, mit dessen Hilfe die höhere Empfindlichkeit von Kindern, Alten, Schwangeren und Kranken und anderen Individuen berücksichtigt wird. Die tatsächliche Belastung beträgt bei uns nur etwa 1/3 dieses Wertes, wobei das Methyl-Quecksilber, das sich wegen seiner Persistenz und Lipidlöslichkeit in der Nahrung anreichert, überwiegt.

Wenn wir den WHO-Wert von 0,35 mg Gesamt-Quecksilber/70 kg und Woche als Orientierungsbasis zugrunde legen, dann bewegen wir uns somit mit hoher Wahrscheinlichkeit in einem Bereich, in dem ein Gesundheitsrisiko durch eine oder mehrere Quecksilberbelastungen in etwa gleicher Höhe aus Amalgam-Füllungen weder erkennbar ist noch vermutet werden kann. Es ist nämlich bekannt, daß die Quecksilber-Abgabe aus Amalgam-Füllungen nach 8 - 10 Tagen weitgehend abgeklungen ist.

Allerdings erscheint die Spanne für eine als derartige unbedenklich einzustufende Belastbarkeit nicht allzu breit zu sein. Die Gründe hierfür mögen in dem meist übersehenen stark kumulativen Verhalten des Quecksilbers in den kleinen, aber wichtigen Kompartimenten der Zielorgane liegen. Die obere Grenze einer Belastung mit Quecksilber, die noch zu keinen Beeinträchtigungen der Gesundheit führt, läßt sich mit einiger Wahrscheinlich-

keit durch folgende Überlegungen abschätzen:

Beim Menschen wurden leichte akute Vergiftungen ab einer inhaltiven Gesamtzufuhr von 5 - 10 mg Quecksilber in Dampfform beschrieben. Um Empfindlichkeitsunterschiede in der Bevölkerung abzudecken, müßte mindestens ein 10facher Sicherheitsfaktor eingesetzt werden. Es ergäbe sich dann eine vertretbare einmalige Belastung entsprechend der "maximalen Arbeitsplatzkonzentration" (kurz MAK-Wert) von 0,1 mg Quecksilber/m³ Luft, die als Anhaltspunkt für die Toxizitätsschwelle bei chronischer Zufuhr dienen kann. Die Hauptbelastung durch Amalgam ist hingegen von akut/subakutem Typ und eine vollständige Resorption - wie bei der ausschließlichen Exposition gegenüber Quecksilber-Dämpfen - unwahrscheinlich. Ich meine deshalb, daß auch die ein- oder mehrmalige Belastung mit Quecksilber aus Amalgam-Füllungen bis etwa 1 mg/70 kg noch schädigungslos vertragen werden müßte.

Die genannten Werte von 0,3 bis 1 mg Quecksilber/70 kg sind das Resultat einer sehr groben Abschätzung, die ich unter dem Aspekt der Risikofreiheit für den Patienten vorgenommen habe. Im Sinne des eingangs zitierten § 5 des Arzneimittelgesetzes können sicherlich deutlich höhere Belastungen und damit auch kleine Gesundheitsrisiken in Kauf genommen werden, weil der therapeutische Nutzen einer Amalgam-Füllung wohl nicht angezweifelt wird.

Ein derartiges, immer noch eng umgrenztes Risiko dürfte nach den Erfahrungen aus der Gewerbetoxikologie noch tolerabel sein, solange eine Quecksilber-Konzentration im Blut von 60 µg/l und eine Urinausscheidung von 0,25 mg/l in der Spitze nicht überschritten wird. Wegen der mangelnden Kenntnis über die tatsächlichen Resorptionsquoten vermag ich jedoch die zugehörige Quecksilber-Belastung über Amalgam nicht abzuschätzen.

Sollten Sie durch die von mir genannten Werte etwas erschreckt und dadurch zu einem noch vorsichtigeren Umgang mit diesem durchaus nicht harmlosen Metall veranlaßt worden sein, so wäre dies auch für Ihre persönliche Gesundheit und die Ihres Hilfspersonals von Nutzen und ein durchaus nicht unbeabsichtigter Nebeneffekt meines Vortrages gewesen.

LITERATUR

- CLAYTON, G.D.,
F.E. CLAYTON (Ed.) : Patty's Industrial Hygiene
and Toxicology
Vol. II A, S. 1769 - 1792.
Johan Wiley and Sons; New
York - Chichester - Brisbane
- Toronto, 1981
- FRIBERG, L.,
G.F. NORDBERG,
V.B. VOUK (Ed.) : Handbook of the Toxicology
of Metals
S. 503 - 530. Elsevier/North
Holland Biomedical Press;
Amsterdam - New York -
Oxford, 1979
- FRIBERG, L.,
L. VOSTAL (Ed.) : Mercury in the Environment
S. 113 ff., CRC Press;
Cleveland, Ohio, 1972
- FRYKOLM, K.O. : On Mercury from Dental
Amalgam. Its Toxic and Allergic
Effects and Some Comments on
Occupational Hygiene.
Acta Odontol. Scand., Vol. 15,
Supp. 22, Stockholm; 1957
- HUTZINGER, O. (Ed.) : The Handbook of Environmental
Chemistry
Vol. III A: Anthropogenic
Compounds, S. 1 - 58.
Springer Verlag; Berlin -
Heidelberg - New York, 1980
- MOESCHLIN, S. : Klinik und Therapie der
Vergiftungen
6. Aufl., S. 115 - 128.
Georg-Thieme-Verlag;
Stuttgart - New York, 1980

Dr. R. SCHIELE, Erlangen

Die Frage nach etwaigen toxischen Nebenwirkungen von Amalgamfüllungen für den Patienten darf meines Erachtens nicht isoliert betrachtet werden. Zum einen ist es natürlich notwendig, die Höhe der Quecksilber (Hg)-Freisetzung aus dem Füllungsmaterial pro Tag zu berücksichtigen. Zum anderen muß diese aber auch in Relation zu der normalen täglichen Aufnahme von Hg aus den verschiedenen anderen Quellen der Umwelt, insbesondere der Nahrung, gesetzt werden. Und schließlich ist die Gesamtaufnahme von Quecksilber aus allen Quellen einschließlich der Füllungen anhand der als tolerierbar geltenden Grenzwerte zu überprüfen. Obwohl ich als Arbeits- und Sozialmediziner beruflich nicht unmittelbar mit dem Amalgamproblem konfrontiert bin, hoffe ich, aufgrund der verschiedenen in den letzten Jahren in unserem Institut durchgeführten arbeitsmedizinischen und umwelthygienischen Untersuchungen sowie der Kenntnis der einschlägigen Literatur doch zur Klärung einiger anstehender Fragen beitragen zu können.

Um die Relation von beruflicher und außerberuflicher Hg-Belastung zu demonstrieren, gehe ich kurz auf unsere arbeitsmedizinischen Erfahrungen beim Umgang mit Quecksilber ein. In der betrieblichen Praxis haben sich die in der Tab. 1 zusammengestellten Grenzwerte für das biologische Material bewährt (SCHIELE und Mitarb. 1978).

TOLERIERBARE HG-KONZENTRATION	
LUFT (MAK)	100 µg/m ³
URIN	200 µg/g K.
BLUT	50 µg/L

**Tab. 1: Arbeitsmedizinisch tolerierbare Grenzwerte
für Hg und seine Verbindungen in Blut
und Urin**

Wir verwenden für die Quecksilberausscheidung mit dem Urin einen Grenzwert von 200 µg pro Liter bzw. pro Gramm Kreatinin und für die Quecksilber-Konzentration im Blut 50 µg pro Liter. Diese Grenzwerte sind in Relation zum MAK-Wert, also der maximalen Arbeitsplatzkonzentration, ermittelt worden. Die maximale Arbeitsplatzkonzentration liegt in der Bundesrepublik Deutschland bei derzeit 100 µg pro m³, wie Sie bereits von Herrn Professor OHNESORGE gehört haben. Selbst bei z.T. beträchtlicher Überschreitung dieser Grenzwerte sahen wir und andere keine Schäden der Nieren und des Nervensystems (SCHIELE und Mitarb. 1979 und 1981, LANGOLF und Mitarb. 1979, SCHUCKMANN 1981).

Für die Zahnmediziner unter Ihnen dürfte es eine Beruhigung sein, daß die Quecksilber-Konzentrationen von Blut und Urin bei Ihnen und Ihren Helferinnen nur etwa 1/10 bis 1/40 dieser als tolerierbar angesehenen Werte betragen. Es ist heute gesichert, daß bei sachgemäßer Verwendung von Amalgam in der zahnärztlichen Praxis kein toxisches Risiko für den Anwender besteht (GEBHARD 1973, KESSEL und Mitarb. 1980). Immerhin liegen aber auch im zahnmedizinischen Bereich die Hg-Konzentrationen von Blut und Urin noch um das 5- bis 20fache über dem Durchschnitt der Allgemeinbevölkerung. Eine gerade abgeschlossene Untersuchung von 268 Blut- und Urinproben von Normalpersonen aus verschiedenen Regionen Bayerns ergab in keinem Fall Hinweise für eine kritische Hg-Belastung (Abb. 1). Leider war uns in dieser Studie keine Differenzierung zwischen Amalgamträgern und Nicht-Amalgamträgern möglich, wie sie KRÖNCKE und Mitarb. 1980 durchführten.

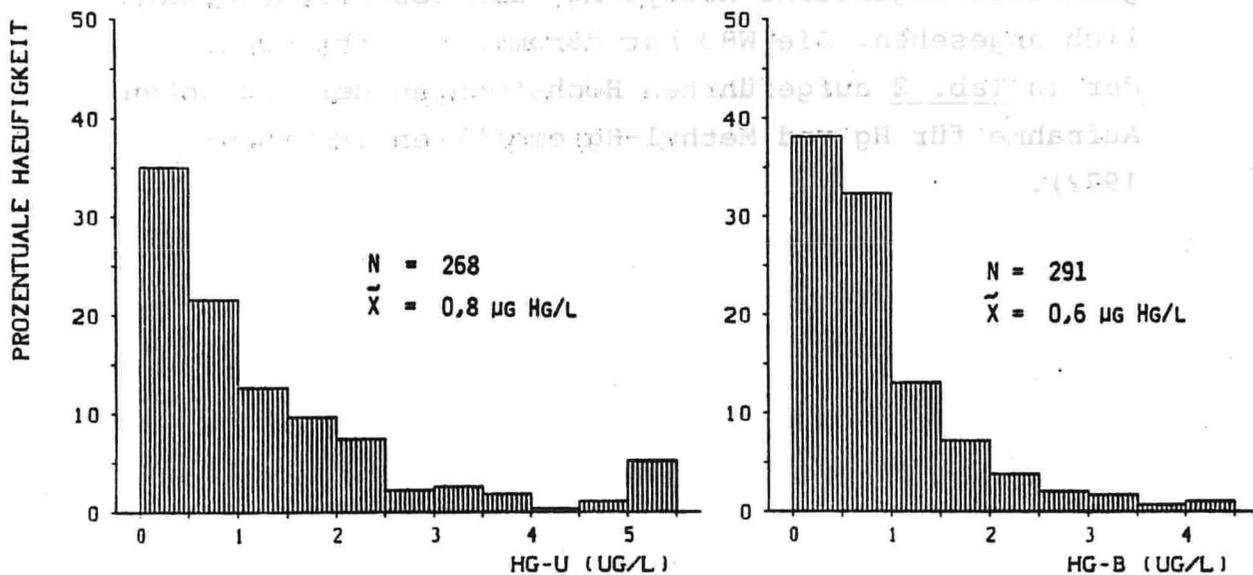


Abb. 1: Verteilung und Medianwerte der Hg-Konzentration von Blut (Hg-B) und Urin (Hg-U) bei Normalpersonen

Für die Normalbevölkerung besitzt die Nahrung hinsichtlich der Hg-Aufnahme die größte Bedeutung (WHO 1976). Die anderen Quellen, wie Luft und Trinkwasser, sind im Vergleich dazu zu vernachlässigen. Wegen seiner großen biologischen Halbwertszeit und seiner besonderen Affinität zum Zentralnervensystem wird das z.T. erst in der aquatischen Nahrungskette der Meerestiere aus anorganischem Hg (Hg^{2+} oder Hg^0) gebildete organische Methyl- Hg^+ als besonders gefährlich angesehen. Die WHO hat darum die Einhaltung der in Tab. 2 aufgeführten Höchstmengen der täglichen Aufnahme für Hg und Methyl-Hg empfohlen (FAO/WHO 1972).

PROJEKTION DER BEVÖLKERUNG

NORMALE QUECKSILBER-AUFNAHME

ATEMLUFT:	CA. 1 µG/D
TRINKWASSER, GETRÄNKE	CA. 1 µG/D
NAHRUNG:	22 µG/D (13 - 53 µG/D)
ADI (FAO/WHO 1972):	45 µG/D (300 µG/WOCHE GESAMT-Hg) 30 µG/D (200 µG/WOCHE METHYL-Hg)
KRITISCHE DOSIS:	CA. 400 µG/D (METHYL-Hg)

Tab. 2: Normale Hg-Aufnahme aus den verschiedenen Quellen, empfohlene Höchstmengen und "kritische Dosis"

In eigenen Untersuchungen haben wir neun Personen über zwei Wochen eine einheitliche Kantinenkost verabreicht, wobei in der zweiten Woche eine fischreiche Diät eingehalten wurde (KREISLER 1978). Die mittlere tägliche Hg-Aufnahme lag in der ersten Woche bei knapp 30 und in der zweiten Woche sogar nur bei 25 µg Gesamt-Hg. Der Median-Wert betrug 22 µg. Dabei bestand kein Unterschied zwischen der Kantinenkost und der fischreichen Diät, was dafür spricht, daß auch in den Fischen die Anreicherung nicht so bedenklich sein kann, wie sie manchmal dargestellt wird. Die von der WHO empfohlenen Grenzwerte wurden um ca. 25 - 50 % unterschritten und lagen nochmal um den Faktor 20 unterhalb der kritischen Dosis, wie sie von der WHO angenommen wird, also 400 µg Methyl-Quecksilber pro Tag. Während des Versuchs kam es zu keiner Änderung der Hg-Konzentration von Blut und Urin. Zwischen der gemessenen Hg-Aufnahme mit der Nahrung und der Ausscheidung mit dem Stuhl und Urin bestand sogar eine leicht negative Bilanz, d.h. die Ausscheidung überwog die Aufnahme in diesem Zeitraum. Das spricht gegen eine wesentliche Kumulation von Nahrungsquecksilber im Organismus.

Wir haben ferner insgesamt 340 als besonders Hg-reich geltende Einzelnahrungsmittel aus verschiedenen Regionen der Bundesrepublik Deutschland, Mittelfranken, dem Bayerischen Wald und dem Ruhrgebiet, untersucht (WOLF 1981). In der Tab. 3 ist ein Teil der Untersuchungsergebnisse dargestellt.

HG-GEHALTE VERSCHIEDENER NAHRUNGSMITTEL

	ZAHL	KONZENTRATION ($\mu\text{g}/\text{kg}$ NG)
Thunfisch (Konserv.)	5	420 (80 - 995)
Sardinen (Konserv.)	5	47 (16 - 97)
Forelle	15	43 (23 - 71)
Krabben	5	2 (1 - 7,5)
Leber (Rind)	15	83 (20 - 635)
Leber (Schwein)	15	56 (20 - 314)
Leber (Huhn)	10	31 (15 - 111)
Champignons	15	2 (1 - 5)

Tab. 3: Hg-Gehalte verschiedener Nahrungsmittel
aus dem Bayerischen Wald, Mittelfranken
und dem Ruhrgebiet

Regionale Unterschiede der Hg-Gehalte in den verschiedenen Nahrungsmitteln ergaben sich bei der Untersuchung nicht. Die von der Zentralen Erfassungs- und Bewertungsstelle für Umweltchemikalien des Bundesgesundheitsamtes (ZEBS) herausgegebenen Richtkonzentrationen wurden bis auf wenige Ausnahmen erheblich unterschritten. Hier interessant erscheint mir vor allen Dingen die Relation von einheimischen Fischen, wie z.B. der Forelle, zum Thunfisch. Der Thunfisch ist ja als sehr Hg-reich bekannt. Wir haben für den Thunfisch einen Mittelwert von 420 µg pro kg gefunden, für die Forelle nur 43 µg pro kg, unabhängig von wo diese Forellen stammten.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen zur normalen Hg-Konzentration menschlicher Organe sind in der Tab. 4 zusammengestellt (LINK 1979, SCHIELE und Mitarb. 1981).

Hg-KONZENTRATIONEN IN ORGANEN

ORGAN (PROBENZAHL)	EIGENE UNTERSUCHUNGEN (µG/KG)	LITERATUR- WERTE (µG/KG)
NIERE (N = 51)	170 (0 - 801)	62 - 20 500
LEBER (N = 51)	75 (0 - 440)	5 - 3 700
LUNGE (N = 152)	25 (8 - 59)	0 - 570
KLEINHIRN (N = 51)	7,5 (0 - 26)	48 - 270 (JAPAN)
GROßHIRN (N = 51)	4,9 (0 - 17)	5 - 2 900

Tab. 4: Hg-Konzentrationen in Organen mit Vergleichswerten der Literatur

Auch diese Untersuchungen unterstreichen meine Feststellung, daß das Belastungsniveau mit Hg in der Bundesrepublik Deutschland relativ niedrig ist. Die von uns gefundenen durchschnittlichen Hg-Konzentrationen im Gehirn liegen z.B. ein bis zwei Zehnerpotenzen unter denen von japanischen Normalpersonen (KITAMURA und Mitarb. 1976) und um etwa den Faktor 1 000 unter denen der Opfer der Minamata-Katastrophe (TAKEUCHI 1975). Aufgrund korrelationsanalytischer Untersuchungen kann ich auch ausschließen, daß es zu einer wesentlichen lebensalterabhängigen Anreicherung z.B. in den eben genannten kritischen Organen, der Niere und dem Gehirn, kommt. Im Gegenteil, wir haben eine negative Abhängigkeit gefunden zwischen dem Lebensalter und der Quecksilberkonzentration im Nierengewebe. Eine schwach positive Korrelation fanden wir allerdings zwischen den Quecksilbergehalten und dem Alter für das Kleinhirn. Das Kleinhirn kann also als kritisches Organ für die Einwirkung von Quecksilber angesehen werden. Aber wie Sie hörten, liegen die von uns gefundenen Konzentrationen noch weit unter den wahrscheinlich kritischen Werten.

Der Anteil der von Amalgamfüllungen ausgehenden Hg-Belastung des Menschen läßt sich mit 3 unterschiedlichen methodischen Ansätzen abschätzen:

1. Durch Vergleich der Hg-Konzentration von Blut und Urin von Amalgamträgern und Nicht-Amalgamträgern, wie es z.B. KRÖNCKE und Mitarb. 1980 durchführten: Bei diesem Verfahren ergaben sich keine Hinweise auf eine unterschiedliche Hg-Belastung.

2. Durch Vergleich der Hg-Konzentrationen im biologischen Material (Blut und Urin) vor und nach dem Plazieren von Amalgamfüllungen, wie es z.B. FRYKHOLM 1957 tat: Hierbei kam es nach dem Setzen von 4 - 5 Füllungen zu einem Anstieg der Hg-Ausscheidung mit dem Urin auf 2,5 µg/l und innerhalb von 8 Tagen zu einem Abfall auf nicht mehr meßbare Werte.

3. Durch experimentelle Prüfung der Freisetzung von Hg aus Amalgamfüllungen, wie sie z.B. TILL und WAGNER 1973 und WAGNER und TILL 1973 durchführten: Diese Untersuchungen zeigten, daß die Hg-Abgabe erst bei niedrigen pH-Werten meßbar wird und durch den Kauakt einer gewissen Steigerung unterliegt. Für zwei 50 mm² große Amalgamfüllungen wurde bei einem unphysiologischen pH-Wert von 3,2 eine tägliche Hg-Abgabe von ca. 0,3 µg berechnet (TILL 1977). MAYER und DIEHL (1976) stellten sogar nur Abgaben für zwei Füllungen einer Größe von 90 mm² von 0,06 µg pro Tag fest, rund ein Fünftel der von WAGNER und TILL gefundenen Werte.

Faßt man die Ergebnisse aller Untersuchungen zusammen, so muß man feststellen, daß die Hg-Abgabe aus Amalgamfüllungen in Relation zur Grundbelastung des Menschen durch die Nahrung zu vernachlässigen ist. Selbst wenn man die von TILL unter eher unrealistischen Bedingungen ermittelte Hg-Abgabe von Amalgamfüllungen als zutreffend ansieht, würde auch bei Vorliegen von 20 derartigen Füllungen nur eine tägliche Mehrbelastung von 3 µg resultieren. Dies entspräche gerade 10 % der Hg-Belastung durch die Nahrung. Legt man die

Werte von MAYER und DIEHL (1976) zugrunde, so würde die Abgabe sogar nur 2 % der normalen Quecksilberbelastung der Nahrung betragen. Gemessen an dem genannten Grenzwert der WHO wäre hieraus noch kein toxisches Risiko für den Menschen abzuleiten.

Von Interesse erscheint mir in diesem Zusammenhang auch der Vergleich mit der Hg-Belastung durch Hg-haltige Medikamente. Diese sind vor allem als Desinfektionsmittel noch in großer Zahl auf dem Markt. Wir haben in unserem Institut Selbstversuche mit den als Munddesinfizienz verwendeten Merfen^R-Tabletten (Firma Zymablaes) durchgeführt. Wir wählten die empfohlene Mindestdosierung von 3 Tabletten à 300 µg/Tag über eine Woche. Die Hg-Ausscheidung mit dem Urin stieg hierbei von im Mittel 1 µg bis zu 13 µg/Tag. Auch diese Werte liegen zwar noch im Toleranzbereich, sie sind aber doch wesentlich höher als sie nach dem Setzen oder Entfernen von Amalgamfüllungen vorübergehend gefunden wurden.

Erlauben Sie mir abschließend eine Bemerkung zu den Verfechtern der These, daß schon die zusätzliche Aufnahme kleinster Hg-Mengen ein gesundheitliches Risiko beinhalten würde. TILL (1978) führte als Beleg hierzu die sog. Habersche Regel an, die besagt, daß das Dosis-Zeit-Produkt im Hinblick auf eine toxische Wirkung konstant ist ($c \times t = W = \text{konstant}$). Hierbei wird unterstellt, daß die Aufnahmen kleiner Mengen eines Schadstoffes über lange Zeit genauso gefährlich sind wie die einer großen Menge in kurzer Zeit. Es muß hier ganz klar gesagt werden, daß diese Regel für Quecksilber und auch die meisten anderen human-toxikologisch relevanten Stoffe nicht zutreffend ist.

Der menschliche Organismus verfügt nämlich über Ausscheidungsmechanismen für die verschiedensten toxischen Einwirkungen. Daher lassen sich, wie ich es ausführte, Schwellenkonzentrationen ermitteln, bei deren Unterschreiten toxische Risiken nicht zu befürchten sind.

Ich komme daher zu den folgenden Schlußfolgerungen:

1. Die Hg-Belastung in der Bundesrepublik Deutschland liegt um etwa den Faktor 100 unter der tolerierbaren beruflichen Belastung.
2. Die von der WHO empfohlenen Grenzwerte der täglichen Hg-Aufnahme mit der Nahrung werden bis zu 50 % unterschritten.
3. Der Anteil der Hg-Freisetzung aus Amalgamfüllungen an der Hg-Belastung des Menschen ist zu vernachlässigen.

LITERATUR

- BREININGER, M.** : Inauguraldissertation,
Erlangen-Nürnberg 1981
(in Vorbereitung)
- FAO/WHO** : Evaluation of mercury, lead,
cadmium and the food additives
Amaranth, diethylpyrocarbamate
and octylgallate
WHO Food Additives Series
No. 4; FAO Nutrition Meeting
Report Series No. 51 A (1972)
- FRYKHOLM, K.O.** : On mercury from dental amalgam,
its toxic and allergic effects
and some comments on occu-
pational hygiene
Acta Odont. Scand. 15, 7
(1957)
- GEBHARD, L.** : Eine Untersuchung über die be-
rufliche Quecksilberbelastung
bei Zahnärzten im Raum Mittel-
franken, die Amalgam verar-
beiten
Inauguraldissertation,
Erlangen-Nürnberg 1973
- KESSEL, R.,
K. BENCZE,
M. HAMM,
G. PRAML** : Quecksilber-Konzentrationen in
der Raumluft, im Blut und im
Urin bei zahnärztlicher Tätig-
keit in der Klinik und freier
Praxis
In: Verhandlungen der Deutschen
Gesellschaft für Arbeits-
medizin e.V.,
20. Jahrestagung, Innsbruck
27. - 30.4.1980, S. 557 - 568
A.W. Gentner Verlag,
Stuttgart 1980
- KITAMURA, Sch.,
K. SUMINO,
K. HAYAKAWA,
T. SHIBATA** : Mercury content in human
tissues from Japan
In: Effects and Dose-Response
Relationships of Toxic Metals
(G.F. Nordberg, Ed.), S. 290 -
298, Elsevier, Amsterdam 1976

- KREISLER, M. : Untersuchungen zur normalen Belastung des Menschen mit Quecksilber durch die Nahrung
Inauguraldissertation,
Erlangen-Nürnberg 1978
- KRÖNCKE, A.,
K. Ott,
A. PETSCHERT,
K.-H. SCHALLER,
M. SZECSI,
H. VALENTIN : Über die Quecksilberkonzentrationen in Blut und Urin von Personen mit und ohne Amalgamfüllungen
Dtsch. zahnärztl. Z. 35,
803 - 808 (1980)
- LANGOLF, G.D.,
D.B. CHAFFIN,
R. HENDERSON
H.P. WHITTLE : Evaluation of workers exposed to elemental mercury using quantitative tests of tremor and neuromuscular functions
Am. Ind. Hyg. Ass. J. 39,
976 - 984 (1978)
- LINK, G. : Untersuchungen zur Quecksilber-Konzentration von Lungengewebe und Blut von Verstorbenen in verschiedenen Lebensräumen in der Bundesrepublik Deutschland
Inauguraldissertation,
Erlangen-Nürnberg 1979
- MAYER, R.,
W. DIEHL : Abgabe von Quecksilber aus Amalgamfüllungen in den Speichel
Dtsch. zahnärztl. Z. 31,
855 - 859 (1976)
- SCHIELE, R.,
K.-H. SCHALLER,
H. VALENTIN : Vorschläge für arbeitsmedizinisch tolerierbare Grenzwerte im biologischen Material bei beruflicher Exposition gegenüber Quecksilberdämpfen und anorganischen und organischen Quecksilber-Verbindungen
In: Bericht über die 18. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin e.V.
Frankfurt/M.-Hoechst,
24. - 27. Mai 1978
A.W. Gentner Verlag, Stuttgart 1978

- SCHIELE, R.,
E.M. FREITAG,
K.-H. SCHALLER,
B. SCHELLMANN,
D. WELTLE
- SCHIELE, R.,
K.H. SCHALLER,
H. MEINCKE,
G. MANKE,
P. SCHIERLING
- SCHUCKMANN, F.
- TAKEUCHI, T.
- TILL, T.,
G. WAGNER
- TILL, T.
- TILL, T.
- : Untersuchungen zur normalen Quecksilberkonzentration menschlicher Organe
Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt.
Orig. B. 173, 45 (1981) a
- : Untersuchungen zur Nephrotoxizität von Quecksilber bei unterschiedlicher Exposition
Vortrag auf der 21. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin e.V., Berlin
13. - 16. Mai 1981 b
Tagungsbericht in Vorbereitung
- : Zur Frage des Einflusses von anorganischem Quecksilber auf die Merkfähigkeit exponierter Arbeiter
Vortrag auf der 21. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin e.V., Berlin
13. - 16. Mai 1981
Tagungsbericht in Vorbereitung
- : Neuropathology of Minamata Disease in Kumamoto: Especially in the chronic stage
In: Neurotoxicology (L. Roizin, H. Shiraki, N. Grcevic, Eds.), Vol. 1, S. 235 - 246
Raven Press, New York 1977
- : Untersuchungen zur Löslichkeit der Bestandteile von Amalgamfüllungen während des Kau- und Trinkaktes - I. Teil
ZWR 82, 945 - 973 (1973)
- : Ätiologie der infektiösen Parodontopathien?
ZWR 86, 176 (1977)
- : Quecksilberabgabe aus Amalgamfüllungen und Munddysbakterie als Ursache parodontaler Abbauerscheinungen
ZWR 87, 1076 - 1083 (1978)

- WAGNER, G., : Untersuchungen zur Löslich-
T. TILL keit der Bestandteile von
Amalgamfüllungen während des
Kau- und Trinkaktes - II. Teil
ZWR 82, 1004 - 1006 (1973)
- WHO : Environmental Health
Criteria 1, Mercury
WHO, Genf 1976
- WOLF, R. : Untersuchungen zur Quecksil-
berkonzentration verschie-
dener Nahrungsmittel
Inauguraldissertation,
Erlangen-Nürnberg 1981
(in Vorbereitung)

Professor Dr. A. KRÖNCKE, Erlangen *)

Seit etwa 150 Jahren werden Amalgame, d.h. also plastisch angemischte und dann erstarrende Legierungen aus Silber-Kupfer-Zinn und Quecksilber, zum Füllen kariöser Defekte in Zähnen verwendet. Seit Jahrzehnten beschäftigen sich Wissenschaftler und Laien mit der Frage, ob diese Quecksilber-Legierungen dem Menschen schaden.

Toxizität von Quecksilber

Daß Quecksilber in dampfförmigem Zustand oder als Salz resorbiert wird und (dosisabhängig) toxisch wirken kann, ist hinlänglich bekannt (GOLDWATER 1964). Als Wirkungsmechanismus wird dabei die Bindung von Quecksilber an Sulfhydrylgruppen des Eiweißes an der Oberfläche der Mitochondrien angesehen, was zu Veränderungen der Membranpermeabilität und damit zu Funktionsstörungen der Zelle, schließlich zum Zelltod führt.

Über die toxisch wirkenden Quecksilbermengen in der Atemluft ist man sich weitgehend klar (MAK-Werte 1969), ebenso über die pharmakologisch-toxikologischen Eckdaten (HENSCHLER 1975). Moderne Analysemethoden erlaubten es auch, konkrete Vorstellungen über den

*) Die Ausführungen von Prof. Dr. KRÖNCKE decken sich mit seinem Beitrag in der Münchner Medizinischen Wochenschrift 22/1981 und beziehen sich auf die Originalveröffentlichung in der Deutschen Zahnärztlichen Zeitschrift 35, 803-808 (1980)

Quecksilbergehalt üblicher Nahrungsmittel zu gewinnen (SCHIELE 1979), was zur wissenschaftlich vertretbaren Beurteilung der Problematik gewiß wichtig ist.

Ebenso unbestritten ist es, daß Amalgam-Füllungen im Mundhöhlenmilieu korrodieren und dabei notwendigerweise Legierungsbestandteile freisetzen. Über die Quantität des so aufgelösten Quecksilbers oder von Hg-Salzen gab es lange Zeit aber nur Vermutungen, was keineswegs von z.T. sehr heftigen Äußerungen und Warnungen vor der Verwendung von Amalgamen als Füllungsmaterial abhielt. Eine umfassende Übersicht hierüber findet sich bei MAYER (1975).

Bedeutung und Wert

Auch heute muß man feststellen, daß Amalgam - vom materialkundlichen Aspekt her gesehen wie unter sozialmedizinischen Gesichtspunkten - das am weitesten verbreitete und nicht ohne Nachteile ersetzbare Füllungsmaterial für Molaren ist. Es gibt keinen Zweifel: Gegossene Goldinlays übertreffen Amalgam-Füllungen in jeder Hinsicht, aber sie sind so viel aufwendiger und teurer, daß sie leider nicht generell zur Versorgung kariöser Defekte in Betracht gezogen werden können. Zemente oder Kunststoffmaterialien (auch die neueren Komposite) sind dagegen bis heute in ihren Materialeigenschaften wie im Hinblick auf die sichere und dauerhafte Versorgung eines kariösen Defektes deutlich schlechter als Amalgam. So kann man auch heute, 150 Jahre nach Einführung von Amalgamen als Füllungsmaterialien, vom klinischen Standpunkt her gesehen nicht ohne weiteres auf diese Werkstoffe verzichten.

Sind Amalgame gefährlich?

Gemeint ist hier lediglich die denkbare Gefahr für den Menschen, dessen Zähne Amalgam-Füllungen haben. Auf einem ganz anderen Blatt stehen mögliche Gefahren bei der Verarbeitung von Amalgamen in der zahnärztlichen Praxis, die in erster Linie den Zahnarzt und sein Hilfspersonal betreffen. Hierzu hat MAYER (1975) zahlreiche Untersuchungen angestellt und die nötigen Hinweise dazu gegeben, wie mögliche Intoxikationen durch dampfförmiges Quecksilber vermieden werden können.

Hierüber wissen die Zahnärzte und ihr Hilfspersonal im allgemeinen gut Bescheid. Naturgemäß werden schon die Studierenden über die möglichen Fehler und Gefahren bei der Verarbeitung von Amalgam in der Praxis genau unterwiesen. In der Tat zeigten stichprobenartige Kontrollen in zahnärztlichen Praxen und Kliniken, daß im Blut oder Urin der Untersuchten keine bedenklichen Quecksilber-Konzentrationen als Hinweis für eine Intoxikation zu finden waren (GEBHARD 1973, KESSEL u. Mitarb. 1980).

Zur Klärung der Frage, ob aus den im Munde vorhandenen Amalgam-Füllungen Quecksilber in nennenswerter Menge freigesetzt wird und in den Organismus gelangt, wurden neuerdings noch einmal eigene Untersuchungen mit modernen Analysemethoden (flammenlose Atomabsorptionsspektroskopie) angestellt (KRÖNCKE u. Mitarb. 1980). Im Rahmen einer Doppelblindstudie wurde Quecksilber im Blut und Urin von insgesamt 40 weiblichen und 62 männlichen Personen im Alter zwischen 20 und 37 Jahren bestimmt. Die Untersuchten waren in 4 Gruppen einzuord-

nen, je nachdem ob sie Amalgam-Füllungen im Munde hatten oder nicht, und ob sie beruflich (als Zahnärzte oder Studierende) mit Quecksilber umgingen oder nicht.

Die Ergebnisse dieser Doppelblinduntersuchung sprechen für sich: Alle im Blut oder im Harn feststellbaren Quecksilber-Konzentrationen lagen weit unterhalb der als obere Grenze der Norm geltenden Werte (Abb. 1 - 4). Diese oberen Grenzen der Norm werden für Blut mit 0,5 µg Hg/100 ml und für Urin mit 15 µg/l angegeben (SCHALLER u. Mitarb. 1979).

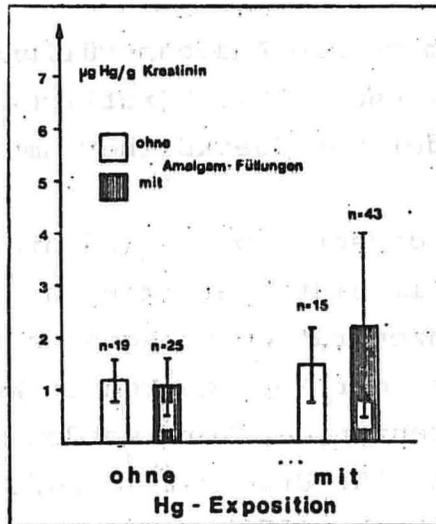


Abb. 1: Durchschnittliche Quecksilberkonzentrationen im Spontanharn, bezogen auf den Kreatiningehalt der Proben (Mittelwerte mit Standardabweichungen)

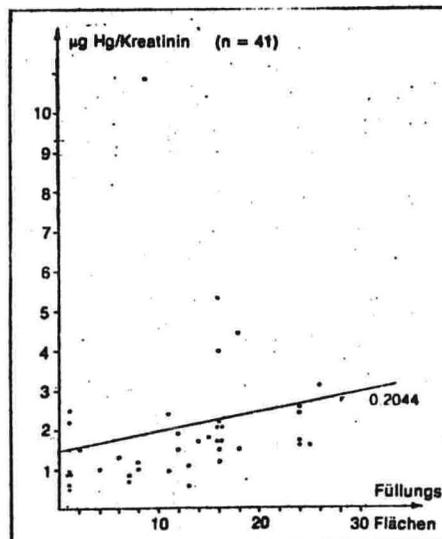


Abb. 2: Zwischen den gegen Kreatinin relativierten Quecksilberkonzentrationen im Urin und der Anzahl der Amalgamfüllungsflächen ist keine hinreichende Korrelation feststellbar.

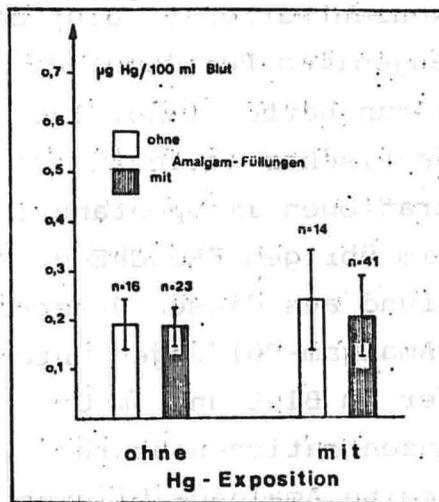


Abb. 3: Durchschnittswerte und Standardabweichungen der Quecksilberkonzentrationen im Blut

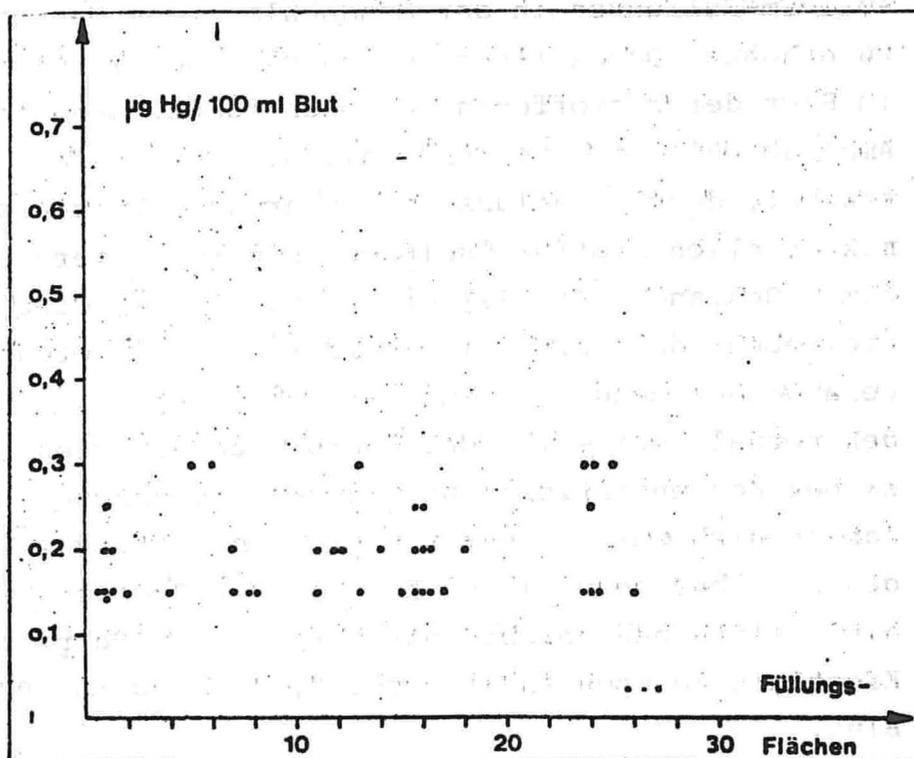


Abb. 4: Auch zwischen den Quecksilberkonzentrationen im Blut der untersuchten Probanden und der Anzahl der jeweils vorhandenen Amalgamfüllungsflächen gab es keine Korrelation.

Vereinzelte auffällige Quecksilber-Werte, wie eine erhöhte Durchschnittskonzentration im Blut oder Urin, fanden sich lediglich bei denjenigen Personen, die beruflich mit Quecksilber zu tun hatten (Abb. 1 u. 3). Auf die Wiedergabe nahezu identischer Werte für die absoluten Quecksilber-Konzentrationen im Spontanurin wird hier verzichtet (vgl. im übrigen KRÖNCKE u. Mitarb. 1980). Der wesentliche Befund aus diesen Untersuchungen ist: Patienten mit Amalgam-Füllungen unterschieden sich hinsichtlich der im Blut und im Urin auffindbaren Quecksilber-Konzentrationen überhaupt nicht von solchen Personen, die keine Amalgam-Füllungen im Mund haben.

Schlußfolgerungen

Daraus geht eindeutig hervor, daß die Existenz von Amalgam-Füllungen in der Mundhöhle eines Menschen nicht zu erhöhten Quecksilber-Konzentrationen im Harn oder im Blut der betroffenen Personen führt. Wenn solche Amalgam-Füllungen im Mundhöhlenmilieu, wie eingangs erwähnt, durch Einflüsse von Nahrungsfaktoren und mikrobiellen Stoffwechselprozessen korrodieren und damit Bestandteile (Silber, Zinn, Kupfer, Quecksilber) freigeben, dann sind die hierdurch in den Organismus gelangenden Mengen offensichtlich so klein, daß sie in den normalerweise mit der Nahrung zugeführten Quecksilber-Konzentrationen untergehen. Durchschnittlich fanden sich bei den Untersuchten ohne Amalgam-Füllungen und ohne beruflichen Kontakt mit Quecksilber, also allein nahrungsbedingt noch $1,2 \mu\text{g Hg pro g Kreatinin}$ im Spontanharn bzw. $0,19 \mu\text{g Hg in 100 ml Blut}$.

Tatsächlich sind die mit der täglichen Nahrung aufgenommenen Quecksilber-Mengen nicht unerheblich (HENSCHLER 1975, SCHIELE 1979). Messungen über die durchschnittliche Quecksilber-Aufnahme mit der Nahrung ergaben 13 bis 53 μg , im Mittel 22 μg Quecksilber täglich (SCHIELE 1979). Dies führt dazu, daß Quecksilber wie viele andere Fremdstoffen stets in Spuren im Blut nachzuweisen ist und mit dem Urin ausgeschieden wird.

Angesichts der empfindlichen Nachweismethoden, die diese niedrigen Quecksilber-Mengen im Blut bzw. Urin nachzuweisen gestatten, ist es um so bemerkenswerter, daß Amalgam-Füllungen diese normalerweise im menschlichen Organismus vorhandenen Quecksilber-Mengen nicht verändern. Die Anwendung von Amalgam in der menschlichen Mundhöhle führt also nicht zur Erhöhung der nahrungsbedingt normalen Quecksilber-Konzentration im Blut und im Urin. Amalgam-Füllungen belasten damit auch die Quecksilber-Bilanz des Menschen nicht, weil die durch Korrosion freigesetzten Mengen pro Zeiteinheit nicht mehr nachweisbar, also verschwindend klein sind.

Den Amalgam-Füllungen wegen ihres Quecksilber-Gehaltes gesundheitsschädigende Wirkungen nachzusagen, entbehrt damit jeder wissenschaftlich überprüfbar Grundlage. Solange Amalgam-Füllungen nicht durch Besseres ersetzt werden können, muß man sie - wohl oder übel - als geeignetes Material zur Erhaltung der Zähne akzeptieren.

LITERATUR

- GOLDWATER, L.J. : J. Roy. Inst. Publ. Hlth.
27, 279 - 285 (1964)
- HENSCHLER, D. : In: Allgemeine und spezielle
Pharmakologie und Toxikologie,
Forth, W. u. Mitarb. (Hg.),
B.I.-Wissenschaftsverlag,
Mannheim 1975
- KESSEL, R.
u. Mitarb. : Dtsch. zahnärztl. Z. 35,
457 - 461 (1980)
- KRÖNCKE, A.
u. Mitarb. : Dtsch. zahnärztl. Z. 35,
803 - 808 (1980)
- N. N. : Maximum Allowable concen-
trations of Mercury Compounds.
Report of an International
Committee.
Arch. Environment. Hlth. 19,
891 (1969)
- MAYER, R. : Dtsch. zahnärztl. Z. 30,
181 und 246 (1975)
- SCHALLER, K.-H.
u. Mitarb. : Hinweise für arbeitsmedizi-
nisch-toxikologische Unter-
suchungen bei der Einwir-
kung gesundheitsgefährlicher
Arbeitsstoffe
Arbeitsmedizin Aktuell.
Fischer, Stuttgart 1979
- SCHIELE, R. : Quecksilber - umwelthygieni-
sche und arbeitsmedizinische
Bedeutung
Vortrag, Erlangen 11.7.1979

BEURTEILUNG DES ELEKTROCHEMISCHEN VER-
HALTENS VON METALLEN IN DER MUNDHÖHLE

R e f e r a t e

- Dipl.-Physiker D. LUKAS
Abtl. für Zahnärztliche Chirurgie
und Parodontologie
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Eberhard-Karls-Universität
Osianderstraße 2 - 8
7400 Tübingen 1

- Professor Dr. R. MARXKORS
Direktor der Abtl. für Zahnärztliche Prothetik
Poliklinik und Klinik für Zahn-
Mund- und Kieferkrankheiten
Westfälische Wilhelms-Universität
Waldeyerstraße 30
4400 Münster

Dipl.-Physiker D. LUKAS, Tübingen

Metallfüllungen bzw. -kronen grenzen gleichzeitig an zwei verschiedene Elektrolytflüssigkeiten: Speichel und Dentinliquor. Metallfüllungen bilden deshalb auch zwei verschiedene galvanische Elemente: die Füllungsobenseiten mit Speichel und die Füllungsunterseiten mit Dentinliquor.

Ströme zwischen Füllungen ohne Kontakt

Die Schleimhaut isoliert beide Füllungen als galvanische Elemente gegeneinander. Ein Strom kann deshalb nur folgenden Weg nehmen: von der Oberseite der einen durch den Speichel zur anderen Füllung; von dieser wieder zurück durch Dentin, Pulpa und Kiefer zur "Ausgangs"-Füllung.

Die Pluspole beider galvanischen Elemente (Füllungen) liegen in derselben "Ausgangs"-Füllung. Die beiden galvanischen Elemente wirken also gegeneinander und kompensieren sich zum größten Teil. Als Antrieb für einen Stromfluß bleibt nur die Spannungsdifferenz der beiden Elemente übrig. Die Leerlaufspannung eines galvanischen Elementes ist - neben Druck und Temperatur - von der Konzentration der Elektrodenmetallionen abhängig: In unserem Fall also von der Konzentration der Gold-, Silber-, Zinn- und Quecksilberionen in Speichel und Dentinliquor. Diese Konzentration ist in beiden Elektrolyten gleich klein. Eine Differenz kann z.B. durch verschiedene Reaktionen mit den organischen Bestandteilen der Elektrolytflüssigkeiten entstehen.

Die Spannungsdifferenzen sind im Mittel 1 - 3 mV,
das ergibt Ströme von im Mittel 0,06 μ A. Das offene
Herz verträgt Ströme von 10 μ A, das Gehirn von 100 μ A
ohne Schädigung (VDE 0750).

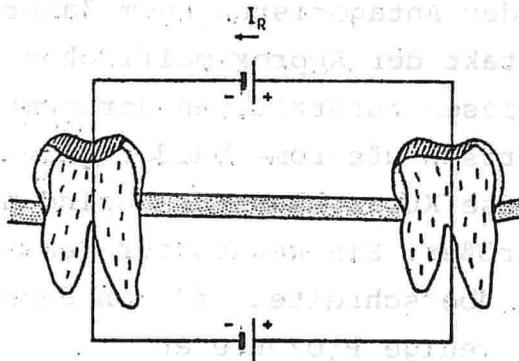


Abb. 1

*Zwei galvanische Elemente: Füllungsobenseite -
Speichel - Füllungsobenseite und Füllungsunterseite -
Dentin/Kiefer - Füllungsunterseite. Nur die kleine Span-
nungsdifferenz der galvanischen Elemente erzeugt einen
Reststrom I von im Mittel 0,6 μ A [1, 2].*

Eine Spannungsmessung erfasst den Spannungsmittel-
wert der beiden galvanischen Elemente (Füllungen)
und nicht die interessierende Spannungsdifferenz.
Spannungsmessungen in der Mundhöhle sind daher ohne
Aussagewert.

Ströme durch eine leitende Verbindung zwischen Metallfüllungen

Eine metallisch leitende Verbindung zwischen zwei Füllungen ergibt einen zusätzlichen Strompfad, z.B. der Kontakt der Antagonisten beim Zahnreihenschluß oder der Kontakt der Approximalflächen zweier Füllungen. Durch diesen zusätzlichen Stromweg fließt die Summe der Kurzschlußströme beider galvanischen Elemente. Diese Kurzschlußströme sind natürlich wesentlich größer: Sie können für Sekundenbruchteile 100 μA überschreiten, fallen dann aber nach Sekunden auf wenige Prozente ab.

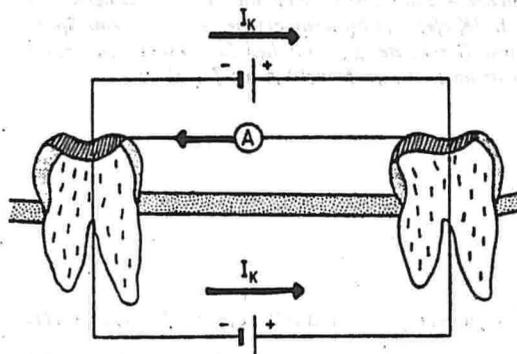


Abb. 2

Durch eine metallische Verbindung zweier Füllungen fließt die Summe der Kurzschlußströme [1, 2].

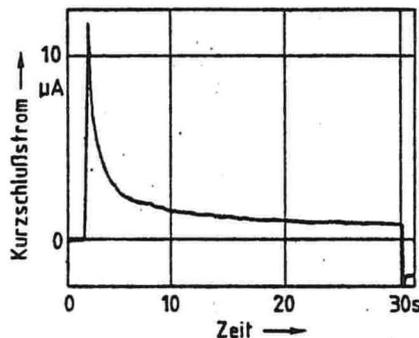


Abb. 3

Zeitlicher Verlauf der Kurzschlußströme.

Durch einen dauernden metallischen Kontakt zwischen zwei Füllungen - z.B. zwischen den Approximalflächen - können ständige Ströme fließen. Mit diesen Dauerströmen ist auch eine Lösung von Metallionen verbunden. Trotz geringer Stromstärken summiert sich die Ionenmenge im Laufe der Zeit. Wenn tatsächlich $1 \mu\text{A}$ ein Jahr lang fließen würden, so würden 35 mg Silberionen bzw. 60 mg Goldionen bzw. 33 mg Quecksilberionen bzw. 19 mg Zinnionen in Lösung gehen.

Dies würde z.B. bedeuten, daß sich eine Goldfüllung mit einem Gewicht von 1,2 Gramm in 20 Jahren auflöst, was in praxi nicht vorkommt.

Konsequenzen

Die zuvor dargestellten Gesetzmäßigkeiten gelten nur für Metallfüllungen, insbesondere Amalgam, solange die Oberflächen nicht von Oxid- oder anderen nicht leitenden Deckschichten überzogen sind. Dies ist aber schon nach kurzer Zeit die Regel: Infolgedessen fließen dann keine Kurzschlußströme mehr.

Dies gilt z.B. nicht, wenn in einem Zahn neben einer alten Amalgamfüllung die neue unter metallischem Kontakt liegt. In der Kontaktzone bilden sich keine isolierenden Deckschichten. Auch bei frischen Amalgamfüllungen in Kontakt mit Gold fließen Kurzschlußströme bis sich Deckschichten ausgebildet haben. Deshalb müssen solche Kontakte vermieden werden. Dies gilt auch für die antagonistischen Kontakte, weil

hier die Deckschichten mechanisch immer wieder be-
seitigt werden.

Kurzschlußströme fließen auch zwischen verschiede-
nen Goldlegierungen, wenn diese direkten Kontakt
haben.

LITERATUR

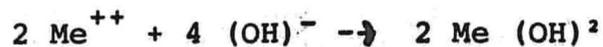
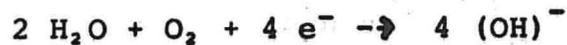
- LUKAS, D. : Strom- und Spannungsmessungen
an extrahierten Zähnen mit
Metallfüllungen
Dtsch. zahnärztl. Z. 31, 196
(1976)
- LUKAS, D. : Elektrische Strommessungen und
Erkrankungen der menschlichen
Mundschleimhaut
Dtsch. zahnärztl. Z. 36, 144
(1981)
- LUKAS, D.,
H.-J. DREHER : Ströme und Spannungen in der
menschlichen Mundhöhle
Quintess. zahnärztl. Lit. 28,
147 (1977)
- MARXKORS, R. : Elektrochemische Vorgänge an
metallischen Fremdstoffen in
der Mundhöhle
Dtsch. Zahnärztebl. 19, 228
(1965) - mit 155 Schrifttums-
angaben
- RHEINWALD, U.,
H. MAYER : Die Wahrheit über das Problem
der galvanischen Elemente im
Mund
Zahnärztl. Mitt. 24, 838 (1954)
- SCHRIEVER, W.
L.E. DIAMOND : Electromotive forces caused
by metallic fillings
J. dent. Res. 31, 205 (1952)

Professor Dr. R. MARXKORS, Münster

Elektrische Vorgänge an metallischen Füllungen in der Mundhöhle sind unbestritten. Für relativ unedle Metalle kann man die Entstehung durch folgenden anodischen Urvorgang erklären. Im Elektrolyten, als welcher Speichel anzusehen ist, gehen Metallionen in Lösung.



Die Füllung lädt sich negativ auf. Die Metallionen werden durch die Aufladung der Füllung an der Oberfläche gehalten. In Anwesenheit von Wasser und Sauerstoff kann eine kathodische (Elektronen verbrauchende) Reaktion ablaufen:



Die $(\text{OH})^{-}$ - Ionen können mit den Metallionen eine Passivschicht auf der Metalloberfläche bilden, die das Inlösengehen neuer Ionen erschwert. Die Deckschichten bzw. Passivierungsschichten können durch mechanische Insulte zerstört oder beseitigt werden. Sie regenerieren sich dann jedoch relativ schnell.

Durch diese beschriebenen Vorgänge lassen sich bei Amalgamfüllungen folgende Erscheinungen erklären:

- Da die Passivierungsschichten auf unterschiedlichen Amalgamfüllungen stets unterschiedlich dicht sind, weisen verschiedene Amalgamfüllungen nur zufällig über kurze Zeit die gleiche Aufladung auf. In der Regel besteht zwischen zwei Amalgamfüllungen eine Potentialdifferenz. So kommt es, daß beim Kurzschluß zweier Füllungen, wie er z.B. beim Zahnreihenschluß über eine antagonistische Füllung zustandekommen kann, ein Strom fließt. (Die auch heute noch häufig gehörte These, daß Elemente im Munde dann entstehen, wenn Metalle bzw. Legierungen unterschiedlicher Art, z.B. Amalgam und Goldlegierung, vorhanden sind, ist schon seit zwei Jahrzehnten überholt).

- Da die Amalgamfüllung mit zwei Elektrolyten in Verbindung steht - an der Oberfläche mit dem Speichel und innerhalb der Kavität mit der bonefluid -, fließt, da die beiden differenten Elektrolytlösungen unterschiedliche Potentiale hervorrufen, auch durch die einzelne Füllung ein Strom.

Bei den Amalgamfüllungen handelt es sich bei dem in Lösung gehenden Metall vorwiegend um Zinn. Nun ergibt sich aber in vivo wie in vitro die überraschende Tatsache, daß Potentialdifferenzen wie Ströme auch zwischen zwei Füllungen aus Goldlegierungen gemessen werden. Als Ursache für deren Aufladung darf man nun aber keineswegs annehmen, daß Goldionen in Lösung gehen: Schließlich ist es gerade das Charakteristikum der Edelmetalle, daß eine Ionenbildung in den üblichen Elektrolyten nicht erfolgt.

Man muß vielmehr davon ausgehen, daß die Goldfüllung ein inerte, unveränderter Mittler für Vorgänge ist, die sich an ihrer Oberfläche abspielen. So können sich z.B. positive Ionen aus dem Speichel auf dem Gold abschlagen.

Für diese Annahme spricht vor allem auch die klinische Beobachtung, daß richtig verarbeitete Goldlegierungen im Munde über Jahrzehnte keinen merklichen Substanzverlust durch Korrosion erleiden. Keineswegs ist es gerechtfertigt vorauszusetzen, daß der gemessene Stromfluß untrennbar mit dem Übergang von Goldatomen in Goldionen verbunden sei und dafür ein Gewichtsäquivalent zu errechnen. (Allenfalls gehen anfänglich einige Metallionen in Lösung, die aus oberflächlich gelegenen unedlen Legierungsbestandteilen stammen. Da aber die Oberfläche alsbald an diesen Komponenten verarmt und ein Nachdiffundieren nicht erfolgt, versiegt diese Ionenquelle sehr bald).

Wenn nun aber bei den Goldlegierungen der Stromfluß im Munde nicht ausschließlich durch Metallionenbildung entsteht, so darf man, daraus rückschließend, annehmen, daß die Ströme bei den Amalgamfüllungen auch nicht nur durch Bildung von Metallionen, also aus der Füllung selbst heraus, entstehen, sondern zum Teil auch durch Vorgänge, die sich an ihrer Oberfläche abspielen, also durch Vorgänge "von außen" verursacht werden. Also ist es auch bei den Amalgamfüllungen nicht gerechtfertigt, für den Stromfluß ein Gewichtsäquivalent für den Ionenumsatz zu errechnen. Vor allem ist es nicht statthaft, davon auszugehen, daß wesentliche Mengen von Quecksilber an dem

Ionenumsatz beteiligt sind. Der aus dem Amalgam in Lösung gehende Bestandteil ist die Gamma_2 -Phase, welche die ungefähre Zusammensetzung $\text{Sn}_{7-8} \text{Hg}$ hat. Würde das Quecksilber aus der Gamma_2 -Phase in Lösung gehen, so würde das Ionenverhältnis von Zinn : Quecksilber $8/9$ ($7/8$) : $1/9$ ($1/8$) betragen. Es ist aber ausreichend nachgewiesen, daß das durch Auflösung der Gamma_2 -Phase frei werdende Quecksilber nicht als Ion in Lösung geht, sondern in der Füllung verbleibt und sich dort mit der noch nicht amalgamierten Gamma_2 -Phase verbindet.

Es ist experimentell ausreichend bewiesen, daß zwei Goldfüllungen im Munde ebenso ein galvanisches Element darstellen wie zwei Amalgamfüllungen. Mir ist aber nicht eine Arbeit bekannt, in der ein durch Goldfüllungen allein bedingter Strom für irgendwelche Sekundärerkrankungen angeschuldigt wurde. Wenn aber der Strom selbst als Noxe angesehen wird, dann ist nicht einzusehen, warum ein "Amalgamstrom" schädlicher sein soll als ein "Goldstrom".

An dieser Stelle müssen Überlegungen darüber angestellt werden, welche Wirkungen denn von den Strömen der Größenordnung bis zu $15 \mu\text{A}$ ausgehen können. Dabei kommt man zu dem Schluß, daß die in dem Bereich der durch die Aufladung bedingten elektrischen Felder liegenden Gewebe keinen Schaden nehmen können. Die natürlicherweise in den Zellen selbst ablaufenden elektrischen Vorgänge sind wesentlich größer als die an der Zelle durch das elektrische Feld verursachten. Es gelingt nicht einmal, Modellvorstellungen zu entwickeln, die einen Ansatz für experimentelles

Arbeiten in dieser Hinsicht erkennen lassen.

Bezüglich der durch die Aufladung angeblich verursachten Sekundärerkrankungen muß man zwischen lokalen und Fernwirkungen unterscheiden.

Das dem Amalgam am nächsten liegende organische Gewebe ist die Pulpa mit den Odontoblastenfortsätzen. Noch nie aber ist die Aufladung der Füllung als Ursache für Pulpitiden angeschuldigt worden. In dem durch die Aufladung entstehenden elektrischen Feld liegt auch das Parodontium. Die These aber, daß chronische Gingivitiden durch Potentialdifferenzen zwischen unterschiedlichen Füllungen hervorgerufen werden, ist von wissenschaftlicher Seite schon Ende der 50er Jahre als unhaltbar aufgegeben worden. (Gelegentlich spürbare Sensationen, die entstehen, wenn z.B. Stanniol mit Füllungen in Berührung gebracht wird, haben keinen Krankheitswert).

Wenn aber nicht einmal direkt im elektrischen Feld Veränderungen hervorgerufen werden, dann sind Fernwirkungen gänzlich auszuschließen. Die Anschuldigungen, daß die durch die Aufladung von Amalgamfüllungen entstehenden elektrischen Felder die Ursache für solche Beschwerden wie Kopfschmerzen, Migräne, allgemeine Abgeschlagenheit, Unpäßlichkeit, chronische Obstipation, Gallenbeschwerden, Nervosität u.v.a.m. seien, muß man schlicht als Unsinn bezeichnen.

LITERATUR

-
- DREYER JØRGENSEN, K. : Amalgame in der Zahnheilkunde
Hanser Verlag, München, 1977
- AMALGAMFÜLLUNGEN VON KORROSIONSPATIENTEN
LUKAS, D.G. : Über die Messung von Spannungen
und Kurzschlußströmen an zahn-
ärztlichen Metallen
Dtsch. Zahnärztl. Z. 28 (1973)
394 - 405
- MARXKORS, R. : Korrosionserscheinungen an
Amalgamfüllungen und deren
Auswirkungen auf den mensch-
lichen Organismus
Dt. Zahnärztebl. 24 (1970)
53 - 65; 117 - 127; 170 - 174
- MARXKORS, R.,
MEINERS, H. : Taschenbuch der Zahnärztlichen
Werkstoffkunde
Hanser Verlag, München 1978
- RHEINWALD, U. : Herdwirkung zahnärztlich ver-
wendeter Materialien
Zahnärztl. Prax. 13 (1962)
257 f
- SCHRIEVER, W.,
DIAMOND, L.E. : Electromotive forces and
electric currents caused by
metallic fillings
J. Dent. Res. 31 (1952) 205
- WAGNER, E. : Korrosion an Dentallegierungen
in "Zahnärztliche Werkstoffkunde
und ihre Verarbeitung"
Herausgeber: Eichner, K.
Dr. Alfred Hüthig Verlag,
Heidelberg, 1974

ALLERGOLOGISCHE PROBLEME BEI MIT
AMALGAMFÜLLUNGEN VERSORGTEN PATIENTEN

R e f e r a t e

- Professor Dr. F. KLASCHKA

Hautklinik der
Freien Universität
Klinikum Steglitz
1000 Berlin 45

- Professor Dr. Dr. D. HERRMANN

Fachbereich Zahn-, Mund und
Kieferheilkunde (FB 7)
Freie Universität Berlin
Abmannshauser Straße 4 - 6
1000 Berlin 33

Professor Dr. F. KLASCHKA und R. MATZICK, Berlin^{*)}

Einleitung

Quecksilber (Hg) wird in der Medizin seit alters her therapeutisch genutzt und findet bis heute in organischen und anorganischen Verbindungen breite Anwendung in Dermato-Externa, Desinfektionsmitteln und Amalgamfüllungen. Wie in vielen Industrie- und Wirtschaftszweigen, die Hg und seine Verbindungen mannigfach einsetzen, besteht auch in der Medizin des öfteren Anlaß, auf mögliche akute Reizwirkungen oder chronische Allgemein-Vergiftungen durch Hg-Substrate hinzuweisen.

Ob und in welchem Maße gesundheitliche Schäden durch das Herauslösen von Hg aus Amalgam-Zahnfüllungen auftreten können, ist Gegenstand einer seit Jahrzehnten geführten und jüngst auch öffentlich ausgebreiteten Diskussion. Unser Beitrag soll zur Frage einer möglichen Amalgam-Hg-Schädigung aus allergologischer Sicht Stellung nehmen.

Quecksilber(Hg)-haltige Zahnfüllungsmaterialien

Amalgam wurde zur Füllung von Zähnen bereits im China der T'ang Dynastie eingesetzt (RECKORT 1981). Die europäische Literatur weist erstmals 1528 auf eine Kupfer-Hg-Legierung als Zahnfüllungsmaterial hin (RECKORT 1981). An die Stelle der binären Kupfer-Hg-Amalgame treten nach Entwicklungen in den letzten 100 Jahren zunehmend ternäre Silber-Zinn-Kupfer-Legierungen, sogenannte "Gamma-2-freie Amalgame" (CASTAGNOLA, WIRZ 1980), die in bezug auf das äußerliche Erscheinungsbild (Metallfarbe), die Abgabe von Hg und dessen Allergenität erhebliche Vorteile aufweisen sollen. Als allergene Komponente des aus

* überarbeitete Fassung des Referats gehalten von Prof. Dr. KLASCHKA beim Symposium "Zur Frage der Nebenwirkung bei der Versorgung kariöser Zähne mit Amalgam" am 25.05.1981 in Köln

Amalgam herauslösbaren Hg gilt Hg-II-Chlorid, ein seit der Jahrhundertwende gut bekanntes Ekzematogen.

Nachdem Robert Koch 1881 an den von ihm wenige Jahre zuvor entdeckten Milzbrandsporen die keimabtötende Wirksamkeit einer 0,02 % Sublimatlösung nachgewiesen hatte, kam die Hg-II-Chlor-Verbindung bald in zahlreichen Desinfektionsmitteln zur Anwendung (SCHWARZ 1981). Als starkes Protoplasmagift zeigte Sublimat (HgCl_2) aber nicht nur mikrobizide Wirkungen, sondern gehäuft auch Hautirritationen, bekannt als Sublimatekzem, und wurde bereits in den 20er Jahren als Antiseptikum von weniger giftigen und stärker wirkenden organischen Hg-Verbindungen wie Phenylmercuriborat abgelöst. Nach wie vor aber wird Sublimat als Desinfizienz und - außerhalb der Medizin - beispielsweise in Rostschutzfarben, Saatweizen, Insektiziden, Katalysatoren, fäulnisverhütenden Imprägnierungsmitteln, angetroffen.

Quecksilber(Hg)-Vorkommen und -Wirkungen

Eine Vorstellung vom Hg-Vorkommen überhaupt geben folgende Zahlenbeispiele: Durch Verwitterung und Vulkanismus gelangen jährlich 40.000 t Hg in das Wasser und die Atmosphäre, hinzu kommen 13.000 t aus Industriebetrieben. Die Flächenbelastung beträgt mithin $160 \mu\text{g}/\text{m}^2$. Es wurden an Hg-Mengen gemessen: In Waldböden $60 \mu\text{g}/\text{kg}$, in Rheinwasser $700 \mu\text{g}/\text{kg}$, in Meeresfischen $300 \mu\text{g}/\text{kg}$ und in Flußfischen $1.000 \mu\text{g}/\text{kg}$ (SCHELENZ, DIEHL 1973; WIRZ, CASTAGNOLA 1977). In der Bundesrepublik Deutschland lag der Hg-Verbrauch 1971 bei 660 t, für zahnärztliche Amalgame wurden 22 t Hg verwendet (RIETHE 1981).

Bei durchschnittlichem Nahrungsmittelverbrauch gelangen mit Milch, Kartoffeln, Obst, Fisch und dergleichen bei

uns pro Person etwa 2,8 mg jährlich in den Organismus. Die annehmbare Hg-Aufnahme liegt nach WHO/FAO-Angaben bei 300 µg/Hg pro Woche bzw. 16 mg pro Jahr (SCHELENZ, DIEHL 1973).

Während metallisches Hg praktisch ungiftig ist und schwerlösliche Verbindungen mit HgS und HgSe allenfalls in hohen Dosen toxisch wirken, sind Hg-Dämpfe mit $\geq 300 \mu\text{g Hg/m}^3$ durchaus gefährlich, lösliche anorganische Verbindungen wie HgCl_2 , $\text{Hg}(\text{CN})_2$ ab 100 mg bereits tödlich. Die Toleranzdosis der besonders giftigen metallorganischen Verbindungen wie CH_3HgCl , CH_3HgJ , $\text{CH}_3\text{Hg S CH}_3$, $\text{CH}_3\text{Hg S Hg CH}_3$ liegt bei 0,5 mg/kg Körpergewicht (OHNESORGE 1981; TÖLG, LORENZ 1977). Für die Giftigkeit bzw. Verträglichkeit von Hg ist dessen chemische Bindung und Aufnahme in den Organismus ausschlaggebend.

Allergische und nicht-allergische Reaktionen gegen Quecksilber(Hg)-Verbindungen

Ekzemreaktionen durch Kontakte mit Sublimat oder anderen Hg-Verbindungen können toxisch-irritativer oder allergischer Genese sein. Im Gegensatz zur primär toxischen oder kumulativen Irritationsdermatitis setzt die allergische Kontaktdermatitis eine durch Allergenkontakt induzierte Sensibilisierung voraus. Nur bei immunologisch vorbereiteten Individuen können weitere, niedrigdosierte Allergen-Kontakte krankhafte, das Maß der unmittelbaren Stoffwirkung weit übersteigende Entzündungsreaktionen an der Haut und/oder Schleimhaut hervorrufen. Die dem Typ IV der Immunreaktionen nach GELL und COOMBS (1963) zugeordneten Kontaktreaktionen werden bei Antigeneinwirkung innerhalb von 24-72 Stunden manifest, indem spezifisch sensibilisierte Lymphozyten in loco aus der Blutbahn ins Gewebe übertreten

und durch Freisetzen von Mediatorstoffen (Lymphokinen) die Entzündungsreaktion starten. Das allergische Ekzem wird als Reaktion zuweilen über den Ort der Antigen-einwirkung weit hinaus getragen. Es entstehen mitunter ausgedehnte ekzematöse Streuphänomene (HERRMANN 1977; KLASCHKA 1979; MIESCHER 1962).

Bei Ekzempatienten mit bereits bekannter Sensibilisierung gegen Chrom- oder Nickelverbindungen kann orale oder auch parenterale Allergenzufuhr zu einer Ekzem-Reaktion "von innen her" in Form der akuten Aufflamm-Reaktion an früheren Ekzemherden oder der haematogenen, meist symmetrisch an Stamm und Extremitäten angeordneten Dermatitis führen (KLASCHKA 1979; MIESCHER 1962; SCHLEIFF 1968). Grundsätzlich kommt eine solche innerliche Reaktionsauslösung auch für Hg-Allergene in Betracht.

Testmethoden zum Nachweis einer Quecksilber(Hg)-Allergie

Für den Nachweis von Ekzemallergenen eignet sich vor allem die Epicutantestung (BANDMANN, DOHN 1967). Eine Hg-Sensibilisierung wird nach allergologischer Erfahrung bei Testpatienten angenommen, die eindeutig positive Kontaktreaktionen sowohl gegen Sublimat als auch gegen Hg-Präzipitat in atoxischen Konzentrationen von 0,1 % bzw. 1,0 % oder niedriger aufweisen und keinerlei Anhaltspunkte für eine besonders erhöhte bzw. gesteigerte Hautempfindlichkeit darbieten, beispielsweise unter dem Bild einer verstärkten Testpflasterreaktion, bei Bestehen von Ekzemresiduen, Unterschenkelgeschwüren oder anderen chronisch heilenden Wunden. An der empfindlichen Haut von Kindern unter 8 Jahren, aber auch bei manchen Erwachsenen ruft die eine oder andere Hg-Verbindung im Lappchentest zuweilen eine erythematöse Kontaktreaktion hervor, ohne erkennbare Relevanz zur

Hg-Anamnese oder -Reaktion anderenortes. Diese Erfahrung fordert zur Suche nach Methoden einer objektiven Allergiediagnostik in vitro, beispielsweise an Lymphozytenkulturen (SCHÖPF, WEX, SCHULZ 1970), heraus. Im Lymphozyten-Transformationstest (LTT) zeigen die aus peripherem Humanblut gewonnenen Lymphozyten in Gegenwart von HgCl_2 -Spuren tatsächlich eine ausgeprägte Stimulierung, allerdings unabhängig von einer vorausgegangenen Sensibilisierung. Die obligate mitogene Wirksamkeit des HgCl_2 , für die eine analoge Zellstimulierung in vivo anzunehmen ist, schließt den Einsatz des LTT als in vitro-Methode zur Hg-Allergie-Diagnostik von vornherein aus.

Amalgamfüllungen als mögliche Ursache der Hg-Allergie

Für die Induktion und Auslösung allergischer Reaktionen durch kleinmolekulare chemische Stoffe sind, abhängig von deren allergenen Eigenschaften, gewisse Minimaldosen resp. Konzentrationen erforderlich. Welche Hg-Mengen und -Verbindungen nun aus Amalgamfüllungen tatsächlich freigesetzt und allergen wirksam werden können, sei es im Kontaktbereich der Mundschleimhaut, sei es über den Verdauungstrakt, ist eine für die allergologische Praxis und Forschung bislang nicht hinreichend geklärte Frage. Bei dem Versuch, in diese von Ärzten wie Laien oft kontrovers geführte Diskussion eine sachlich ausgewogene Argumentation einzubringen, verdienen zunächst folgende Daten unsere Beachtung:

1. In Deutschland werden nach WIRZ und CASTAGNOLA (1977) jährlich über 20 t Amalgamfüllungen gelegt, in den USA über 100 t Hg auf dem Dentalmarkt umgesetzt. Das heißt, es kommen allein bei uns an jedem der rund 200 Arbeitstage im Jahr etwa 100 kg Amalgam zur Anwendung.

2. Von frischem Amalgam, dessen optimale Herstellung und Applikation hier vorausgesetzt werden darf, wird Hg in Mengen von 1,4 - 4,5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ am 1. Tag und 0,07-0,32 $\mu\text{g Hg}/\text{cm}^2$ am 5. Tag in Wasser und Lösungen freigegeben (MAYER, DIEHL 1976). Aus gehärtetem und frisch beschliffenem Amalgam beträgt die Hg-Abgabe 1,0 - 1,7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, danach 0,1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ am 1. bzw. 5. Tag. Bei zweimaligem Zähneputzen am Tag wurde eine Hg-Freigabe von 0,4 - 0,9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ nachgewiesen (DEGUSSA Laborbericht 6628, 1979).

Nach dem Legen von Amalgamfüllungen wurde bei 23 Patienten vom 2. bis zum 4. Tag mit durchschnittlich 8,8 $\mu\text{g Hg}/\text{Tagesurin}$ vorübergehend eine höhere Rate gemessen als bei Patienten, deren Behandlung bereits 10 Tage oder länger zurück lag. Letztere wiesen eine der Norm entsprechende kontinuierliche Hg-Ausscheidung von 0,4 - 2,4 $\mu\text{g Hg}/\text{Tagesurin}$ auf (SCHNEIDER 1976). Das in Faeces ausgeschiedene Hg liegt in gebundener Form vor und ist im Gegensatz zum löslichen Hg im Urin unwirksam.

3. Im Lämpchentest werden mit 0,05 ml einer 0,1 % Sublimatlösung 50 $\mu\text{g HgCl}_2$ auf 1 cm^2 Haut appliziert. Der Hg-Anteil der Testlösung dürfte, bezogen auf die aus Amalgamfüllungen frei werdende Hg-Menge, die zur Reaktionsauslösung erforderliche Allergen-Flächenkonzentration weit übertreffen. Nach epimukösen Teststudien insbesondere mit Chromat- und Nickelverbindungen ist - vermutlich auch für Hg zutreffend - anzumerken, daß zur Kontaktreaktionsauslösung an der Mundschleimhaut, auch in geschlossener Form, weitaus höhere Allergenmengen erforderlich sind als an der Rückenhaut (NIELSEN, KLASCHKA 1971). In der Praxis werden allergische Schleimhautkontaktreaktionen gegen

anliegende Amalgamfüllungen auch erfahrungsgemäß - wenn überhaupt - nur selten angetroffen. Häufiger als gegen Amalgam kommen bei uns Schleimhautkontaktreaktionen gegen Goldkronen zur Beobachtung, obwohl diese bereits zu den Raritäten gehören.

4. Von 6.291 Ekzempatienten, die im Zeitraum 1970 - 1980 bei uns einer Epicutantestung mit 0,1 % Sublimat und 1,0 % Hg-Präzipitat unterzogen worden sind, reagieren 119 (1,89 %) gegen beide Hg-Verbindungen, 13 (0,20 %) nur gegen HgCl_2 und 5 (0,08 %) allein gegen Hg-Präzipitat. Unterstellt man, daß wenigstens 50 % der Getesteten eine Amalgamfüllung trugen, so spräche die im Epicutantest mit Sublimat und Hg-Präzipitat ermittelte Sensibilisierungsquote von rund 4 % bei getesteten Ekzempatienten für eine immerhin bemerkenswerte allergene Potenz der ursächlichen Hg-Verbindungen, wenn deren Ursprung in Amalgamfüllungen läge. Aufgrund von Allergie-Anamnese und Testbefund lassen sich feste Beziehungen zwischen der Häufigkeit von Amalgamfüllungen und Hg-Sensibilisierungen bisher nicht erkennen. Es sind in vielen Fällen allerdings relevante Hinweise auf anderweitige vorausgegangene bzw. sensibilisierende Hg-Material-Kontakte nicht zu erbringen. Dennoch werden diese versteckten Hg-Kontakte als wesentliche Hg-Allergie-Induktoren angesehen.

5. Über die Nebenwirkungen von (Kupfer- und) Silberamalgamfüllungen wird in einer Reihe von kasuistischen Beiträgen berichtet (FEUERMANN 1975; FRYKHOLM 1957; KLEINE-NATROP 1961; SPRENG 1963; STRASSBURG, SCHÜBEL 1967). Soweit es sich dabei um Intoxikationen durch Amalgamfüllungen oder um chronische Hg-Vergiftungen durch das Einatmen von Hg-Staub oder -Dämpfe handelt,

wird auf die Beiträge zur "Toxikologie von Quecksilber in Amalgamfüllungen" (OHNESORGE, SCHIELE 1981) hingewiesen.

Die Annahme eines "Reaktionsmodus im Sinne eines allergischen Geschehens" (SPRENG 1963) stützt sich selbst in den wenigen sorgfältig dokumentierten Fällen nicht durchweg auf einhellige Allergie-Testbefunde, sondern vor allem auf die Beobachtung klinischer Symptome, auf deren Verlauf und Abheilung vor bzw. nach Entfernung von Amalgamfüllungen. Aus einer Beobachtung von (FEUERMANN 1975) geht überzeugend hervor, daß über mehrere Jahre wiederholt aufgetretene Ekzemschübe bei einem Hg-testpositiven Ekzempatienten abhängig waren von neuen Amalgam-Applikationen wie aber auch von längerfristig liegen gebliebenem Amalgam. Nach dessen Entfernung erst kam es zur Ekzemheilung mit Erscheinungsfreiheit über eine 4jährige Beobachtungszeit. Vor dem Hintergrund der so zahlreichen Ekzemerkrankungen und mannigfachen Verläufe kann die Möglichkeit der zufälligen Ekzemheilung auch hier nicht gänzlich ausgeräumt werden. Andererseits wird keinesfalls ausgeschlossen, daß bei nachweisbarer Hg-Kontaktallergie eine "Ekzemreaktion von innen her", d.h. nach oraler oder parenteraler Allergenzufuhr, eintreten kann, wie dies in klinischen Studien bei Ekzempatienten mit bekannter Chromat- oder Nickelallergie nachgewiesen wurde (KLASCHKA 1979; NIELSEN, KLASCHKA 1971; SCHLEIFF 1968). Die bei oraler Zufuhr reaktionsauslösenden Allergenmengen betragen für Bichromat 1 - 10 mg (SCHLEIFF 1968), für Nickelsulfat 5 - 10 mg (NIELSEN, KLASCHKA 1971). Eine mit Hg-Verbindungen analog durchgeführte orale Provokationstestung liegt uns im Ergebnis bislang nicht vor. Und es bleibt fraglich, ob die aus Amalgamfüllungen - wie auch immer - freisetzt-

baren Hg-Mengen, verglichen mit den Chrom- und Nickelverbindungen, zumindest bei hochgradig Sensibilisierten für eine "haematogene Ekzemauslösung" ausreichend sind. Auch hinsichtlich der Frage, ob durch Fischmahlzeiten mit Aufnahme der in Fischen hochgradig angereicherten Hg-Mengen bei stark sensibilisierten Hg-Allergikern eine Ekzem- oder andere allergische Reaktionen "von innen her" einmal ausgelöst werden kann, fehlen uns noch eigene Belege.

Elektroakupunktur und Allergie

Im Zusammenhang mit Elektroakupunktur-Messungen an Patienten, die über "Migräneanfälle, Kopf-, Knie- oder Herzschmerzen, Schwindelgefühl, Schlafstörungen, Ekzeme, Juckreiz, Rheuma-Beschwerden, Wetterempfindlichkeit, schnelle Ermüdbarkeit, sauren Geschmack im Mund" und andere Symptome klagen, wird neuerdings auch von einer "Sensibilisierung durch Silberamalgam", "Allergisierung gegen verschiedene Amalgamfüllungen" gesprochen (GASSER 1972; RIETHE 1981). Wir halten eine diesbezügliche Klärung der Begriffe und Vorstellungen für dringend notwendig. Unter Allergie wird definitionsgemäß eine Antigen-Antikörper-Reaktion mit Krankheitsfolge verstanden. Allein aus methodischen Gründen ist die Elektroakupunktur-Messung für eine rationelle Allergie-Diagnostik ungeeignet. Da ihre Meßergebnisse den Nachweis einer spezifischen Antigen-Antikörper-Reaktion als Krankheitsursache nicht erbringen können, sollten sie frei gehalten werden von Begriffen wie "Allergie" und "Sensibilisierung". Die aus Elektroakupunkturmessungen hergeleitete Forderung, aus therapeutischen Gründen solle Patienten, die - wie wir erfahren mußten - an Akne vulgaris, Kopfschmerzen, Schlafstörungen, etc. litten, sämtliches Amalgam aus dem Munde entfernt werden, ist in der Sache ungerechtfertigt und aus ärztlicher Sicht unverantwortlich. Für die Be-

handlung der stärker belasteten Seitenzähne gibt es bislang keine wirkliche Alternative zur Amalgamfüllung (RIETHE 1981). Vom Blickpunkt des Allergologen bedarf es einer weiteren Erforschung der tatsächlichen bzw. nachweisbaren Amalgam-Nebenwirkungen und einer sachgemäßen Aufklärung von Laien und Ärzten.

Schlußbetrachtung - Zusammenfassung

Amalgam wird seit Jahrhunderten als Zahnfüllungsmaterial eingesetzt. In der Bundesrepublik Deutschland beträgt der Quecksilberverbrauch aus Amalgamfüllungen mit über 20 t rund 350 mg pro Kopf und Jahr. Bei Annahme einer Hg-Freigabe von täglich 10 µg Hg/cm² Amalgam-Oberfläche ergäbe dies eine orale Hg-Aufnahme von 3,6 mg pro Person und Jahr, und zwar zusätzlich zu der mit Nahrungsmitteln durchschnittlich zugeführten Hg-Menge von 2,8 mg.

Von der WHO/FAO wird die annehmbare Hg-Aufnahme mit 16 mg im Jahr angegeben.

Nach Epicutantestergebnissen mit Sublimat 0,1 % und Hg-Präzipitat 1,0 % an Ekzempatienten ist eine Sensibilisierung gegen Hg-Verbindungen in 2 % der Fälle nachzuweisen. Bezogen beispielsweise auf 2 Millionen Einwohner von Berlin (West) wäre mit einer im Allergie-Hauttest nachweisbaren Sensibilisierungsquote von 1:400 zu rechnen. In der Allergie-Sprechstunde kommen aber Amalgam-Füllungen als Ursache irgendwelcher Allergie-Manifestationen nur selten zur Beobachtung. Dafür spricht auch die geringe Zahl der bis heute weltweit erschienenen kasuistischen Berichte. Zur Vertiefung unserer diesbezüglichen allergologischen Erkenntnisse bedarf es in jedem Falle der weiteren sorgfältigen Hg-Allergen-Analyse mit Bezug auf den jeweiligen aktuellen Krankheitsverlauf.

LITERATUR

- BANDMANN, H.-J.,
W. DOHN : Die Epicutantestung
J.F. Bergmann, München 1967
- CASTAGNOLA, L.,
J. WIRZ : Plastische Füllungsmaterialien
- ihr Verbrauch durch den
Schweizer Zahnarzt
Schweiz. Mschr. Zahnheilk.
90, 431, 1980
- FEUERMANN, E. : Dermatitis due to mercury in
amalgam dental fillings
Cont. Derm. 1, 991, 1975
- FRYKHOLM, K.O. : Mercury from dental amalgam,
its toxic and allergic
effects
Acta odont. scand. 15 Suppl.
22, 1957
- GASSER, F. : Amalgam in Klinik und
Forschung
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 82,
62, 1972
- GELL. P.G.,
R.R.A. COOMBS : Clinical aspects of immunology
pp. 317-337.
Blackwell, London 1963
- HERRMANN, D. : Allergische Reaktionen durch
zahnärztliche Werkstoffe
Münch. med. Wschr. 119, 265,
1977
- KLASCHKA, F. : Ekzemreaktionen "von innen
her"
Allergologie 2, 267, 1979
- KLEINE-NATROP, H.E. : Odontiatrogene Allergodermien
bei Zahnkranken.
Arch. Klin. exp. Derm. 213,
425, 1961
- MAYER, R.,
W. DIEHL : Abgabe von Quecksilber aus
Amalgamfüllungen in den
Speichel
Dtsch. zahnärztl. Z. 31,
855, 1976

- MIESCHER, G.** : Ekzem, Histopathologie, Morphologie
In: Hdb. Haut- und Geschl. Krankh., Erg.-Werk.
Band II/1, S. 1-113.
Springer-Verlag 1962
- NIELSEN, CH.,
F. KLASCHKA** : Teststudien an der Mundschleimhaut bei Ekzemallergikern
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde 57, 201, 1971
- OHNESORGE, F.K.** : Zur Frage der Toxikologie von Quecksilber aus Amalgamfüllungen. Vortrag Symposium: Zur Frage der Nebenwirkung bei der Versorgung kariöser Zähne mit Amalgam. Köln, Zahnärztheaus, 25.5.1981
- RECKORT, P.** : Amalgam-Story: Immer noch kein Ende
Medizin heute. 32, H. 12, 44, 1981
- RIETHE, P.** : Verwendung von Amalgam als Füllungsmaterial. Gutachten (Pers. Mitt.) Forschungsinstitut für die zahnärztliche Versorgung, Information Nr. 6/81 vom 15.10.1981
- SCHELENZ, R.,
J.F. DIEHL** : Quecksilbergehalt von Lebensmitteln des deutschen Marktes
Z. Lebensm. Unters. Forsch. 151, 369, 1973
- SCHIELE, R.** : Zur Frage der Nebenwirkung bei der Versorgung kariöser Zähne mit Amalgam
Symposium, Köln, Zahnärztheaus, 25.5.1981
- SCHLEIFF, P.** : Provokation des Chromatekzems zu Testzwecken durch interne Chromzufuhr
Hautarzt 19, 209, 1968
- SCHNEIDER, U.** : Untersuchungen über die Quecksilberabgabe aus Silber-Amalgam-Füllungen mit Hilfe der flammenlosen Atomabsorption
Med. Siss. Frankfurt/M. 1976

- SCHÖPF, E.,
O. WEX, K.H. SCHULZ : Allergische Kontaktstomatitis
mit spezifischer Lymphozyten-
stimulation durch Gold
Hautarzt 21, 422, 1970
- SCHWARZ, H.-D. : 100 Jahre Sublimat
Medikamente und Meinung. 4,
Nr. 8, 6, 1981
- SPRENG, M. : Allergie und Zahnmedizin.
2. Aufl., Barth, Leipzig, 1963
- STRASSBURG, M.,
F. SCHÜBEL : Generalisierte allergische
Reaktionen durch Silberamalgam-
füllungen
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 3, 1967
- TÖLG, G.
L. LORENZ : Quecksilber, ein Problemement
für den Menschen?
Chemie in unserer Zeit 11, 150,
1977
- WIRZ, J.,
L. CASTAGNOLA : Quecksilberdämpfe in der zahnärzt-
lichen Praxis
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 87, 570,
1977

Professor Dr. Dr. D. HERRMANN, Berlin

Das am häufigsten verwendete Füllungsmaterial Silberamalgam ist extrem selten die Ursache für allergische Krankheitssymptome.

Sieht man die Geschichte der allergischen Reaktionen auf Amalgamfüllungen durch, so dürfte der erste Fall von WITZEL 1899 beschrieben worden sein. In seinem Buch "Das Füllen der Zähne mit Amalgam" interpretiert er einen Fall, den ROUSSY 1891 veröffentlicht hatte, nicht als Intoxikation sondern als "Idiosynkrasie" durch Quecksilber. Es handelte sich um einen jungen Mann mit vielen Kupfer-Amalgamfüllungen, der an einer Stomatitis und Enteritis litt. Die Symptome heilten nach Entfernung der Füllungen ab. Durch kleinste Mengen Kalomel, die weit unter der toxischen Dosis lagen, exazerbierten die Krankheitssymptome.

Mit dem heute noch üblichen Epikutantest deckten BLUMENTHAL und JAFFE 1929 eine Amalgamallergie auf. Erst 1943 sind in den USA die ersten beiden Fälle über Quecksilberallergie durch Amalgam publiziert worden (ENGELMAN). Seitdem erscheinen sporadisch analoge Mitteilungen. FEUERMANN kommt 1975 in seiner Literaturzusammenfassung auf 21 Fälle nachgewiesener Allergie durch Quecksilber aus Amalgamfüllungen. Diese Literaturübersicht ist nach meiner Kenntnis unvollständig. Nimmt man auch die etwas verborgenen Literaturquellen hinzu, wird man nach meiner Schätzung zwischen 40 und 50 dokumentierte Kasuistiken aufzählen können. Dabei handelt es sich fast immer um Einzelfallbeobachtungen.

Klinische Symptomatik

Aus den Veröffentlichungen ergibt sich eine relativ einheitliche klinische Symptomatik. Die Krankheitserscheinungen stehen fast immer in einem klaren zeitlichen Zusammenhang mit der Füllungstherapie, können auch ausnahmsweise durch das Ausbohren von alten Amalgamfüllungen ausgelöst werden: Dermatitis, aufflackernde Ekzemschübe, urtikarielle Reaktionen, seltener periorale entzündliche ekzematöse Erscheinungen, Stomatitiden und auch Gastroenteritiden. Im Vordergrund stehen also ganz deutlich Hautsymptome, seltener sind Schleimhautreaktionen, und keineswegs typisch sind bloßes Schleimhautbrennen sowie die Vielzahl unspezifischer anderer Symptome, die so häufig mit der Amalgamtherapie in Zusammenhang gebracht werden. Besonders auffällig ist die Verlaufsart der genannten Symptome: Sie entstehen in zeitlichem Zusammenhang mit dem Legen der Füllung und sie klingen in 2 - 3 Wochen von allein ab, ohne daß die verursachende Füllung entfernt worden wäre (FRYKHOLM).

Ausnahmsweise können solche Symptome auch durch alte Amalgamfüllungen entstehen. STRASSBURG hat 1967 über einen solchen Fall berichtet.

Diagnose

Die Diagnose wird wie immer mit der Wertung anamnestischer Angaben und klinischer Symptome eingeleitet. Hieran muß sich die allergologische Diagnostik anschließen. Da es sich bei der Quecksilberallergie

überwiegend um allergische Reaktionen vom verzögerten Typ (Typ IV der Klassifikation nach COOMBS und GELL) handelt, ist der Epikutan-Test maßgeblich: mit Quecksilber-II-Chlorid in 0,1%iger Lösung und 5%iger Quecksilber-Präcipitatsalbe. Zusätzlich sollten auch metallisches Quecksilber aus frischen Amalgamfüllungen oder, neuerdings empfohlen, pulverisiertes abgebundenes Amalgam, mit Lanolin angemischt, verwendet werden. Ein negativer Testausfall schließt eine Quecksilberallergie aus. Eine positive Reaktion weist auf eine Sensibilisierung hin, die in Zusammenhang mit der klinischen Symptomatik sowie Reaktionsabläufen nach Füllungsentfernungen (Eliminationstest) und neu gelegten Füllungen (Reexpositionstest) gewertet werden muß. Eine Sensibilisierung ist nicht gleichbedeutend mit allergischer Krankheit! Die Durchführung der Epikutan-Tests und ihre Interpretation sollten dem allergologisch geschulten Dermatologen überlassen werden.

Die anderen Bestandteile unserer Silberamalgame, wie Silber, Kupfer und Zinn können bei Fragen nach allergischen Reaktionen außer acht gelassen werden. Es gibt einen Fall - mit fraglicher Beweiskraft -, in dem das Silber von Amalgamfüllungen für eine allergische marginale Parodontitis verantwortlich gemacht worden ist (CATSAKIS).

Therapie

Im Fall nachgewiesener Amalgamallergien brauchten in der Mehrzahl der Fälle die vorhandenen Füllungen nicht entfernt zu werden. Neue Amalgamfüllungen sind jedoch kontraindiziert.

Schlußfolgerungen

In zunehmendem Maße werden bei unspezifischen Allgemeinsymptomen, die von Kopfschmerzen, Verdauungsstörungen, Gelenkleiden, Haarausfall über Leistungsabfall bis zu Depressionen reichen, allergische Amalgamschäden angenommen. Derartige Diagnosen werden in erster Linie von Heilpraktikern und Ärzten geäußert, die sich auf Veröffentlichungen von KRAMER, ROST und GASSER stützen und Elektroakupunktur-Phänomene als Beweis anführen. Mit der Elektroakupunktur ist keine Allergie zu diagnostizieren! Zur Diagnose einer Allergie sind allein die allergologischen Untersuchungsmethoden geeignet.

Bei relativ vielen Patienten ist wegen anderer Fragestellungen eine Sensibilisierung auf Quecksilber im Epikutantest bekannt (Allergiepaß) und dennoch vertragen diese Patienten Amalgamfüllungen gut. Dieses Phänomen ist einerseits erklärbar mit der geringen Quecksilberbelastung des Organismus in Zusammenhang mit der Amalgamtherapie, andererseits wird angenommen, daß das Antigen, welches aus Quecksilber gebildet wird, seine Spezifität erst durch ein

Proteinkonjugat erhält, welches fast nur in Kontakt mit der Epidermis gebildet wird (EPSTEIN).

Eine absolute Kontraindikation für die Amalgamtherapie besteht nur, wenn neben den positiven Epikutanreaktionen die genannten klinischen Erscheinungen anamnestisch zu erheben sind.

LITERATUR

- BLUMENTHAL, E., K. JAFFE: Amalgamplomben als Ursache von Quecksilberdermatitis
Dtsch. Med. Wschr. 55, 1720 (1929)
- CATSAKIS, L.H., V.J. SULICA: Allergy to silver amalgams
Oral Surg. 46, 371 (1979)
- ENGELMANN, M.A.: Mercury allergy resulting from amalgam restorations
J. Amer. Dent. Ass. 66, 122 (1963)
- EPSTEIN, S.: zit. nach Fischer, A.A.: Allergic contact stomatitis and cheilitis, in Frazier, C.A.: Dentistry and the allergic patient
Thomas, Springfield USA 1973
- FEUERMANN, E.J.: Recurrent contact dermatitis caused by mercury in amalgam dental fillings
Intern. J. Dermat. 14, 657 (1975)
- FRYKHOLM, K.O.: Mercury from dental amalgam, its toxic and allergic effects
Acta odont. scand. 15, Suppl. 22 (1957)
- GASSER, F.: Amalgam in Klinik und Forschung
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 82, 62 (1972)
- KRAMER, F.: Lehrbuch der Elektroakupunktur
Haug, Heidelberg 1977
- ROST, A.: Amalgamschäden
Zahnärztl. Praxis 27, 475 (1976)

STRASSBURG, M.,
F. SCHÜBEL

: Generalisierte allergische
Reaktion durch Silberamalgam-
füllungen
Dtsch. zahnärztl. Z. 22,
3 (1967)

WITZEL, A.:

: Das Füllen der Zähne mit
Amalgam
Berlinische Verl.-Anst.,
Berlin 1899

Dr. R. KEES, Kaiserslautern

GEWICHTUNG DER ANGESPROCHENEN PROBLEME AUS
WISSENSCHAFTLICHER UND STANDESPOLITISCHER SICHT

Als der Zahnärztliche Arzneimittelausschuß von BDZ/
KZBV beschloß, auf Vorschlag von Herrn Professor
Dr. Dr. G. KNOLLE ein Symposium "ZUR FRAGE DER NEBEN-
WIRKUNG BEI DER VERSORGUNG KARIÖSER ZÄHNE MIT AMALGAM"
mit der Unterstützung des Forschungsinstituts für die
zahnärztliche Versorgung durchzuführen, war uns natür-
lich bewußt, daß eine Fülle von Detailfragen zur Sprache
kommen würde. Bei der Diskussion der Einzelprobleme
mußte zwangsläufig die Einordnung des eigentlichen
Themas oft vernachlässigt werden. Die Standespolitiker,
vor allem aber die Kollegen, die wir zu vertreten haben,
die tagtäglich Amalgam verarbeiten, würden durch unsere
heutige Diskussion, die in Detailfragen zum Teil sehr
kontrovers geführt werden mußte, verunsichert. Neben
der unentbehrlichen Beschäftigung mit wissenschaftlichen
Einzelaspekten sollen und müssen wir die essentiellen
Fragen im Auge haben.

Ich möchte mich in meinen Ausführungen auf die Gewich-
tung der angesprochenen Probleme beschränken, bewußt
nicht aus wissenschaftlicher, sondern betont aus stan-
despolitischer Sicht. Ich verrate wohl kein Geheimnis,
daß unser Berufsstand einer harten und oft ungerech-
tigten Kritik ausgesetzt ist. Auf die Gründe, die
zu dieser Kritik führten, möchte ich jetzt nicht näher
eingehen, muß aber nachdrücklich betonen, daß wir auch
wegen der Verwendung des Amalgams als Füllungsmaterial
in die "Schußlinie" geraten sind. Ich wage sogar zu

behaupten, daß durch den Verbraucherschutzbund, gestützt auf lange zurückliegende, durch nichts bewiesene wissenschaftliche Aussagen eine bewußte Verunsicherung unserer Patienten erfolgen sollte. Diese Behauptung wird dadurch untermauert, daß eben dieser Verbraucherschutzbund einer Gegendarstellung weder der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) noch anderer Autoren bislang ein Wort gewidmet hat, sondern undiskutiert bei seiner Meinung bleibt bzw. sie im Raume stehen läßt.

Nicht nur die Patienten werden durch die Diskussion um das Amalgam in der Öffentlichkeit verunsichert, auch unsere Kollegen werden damit befaßt, wenn Patienten kategorisch die Entfernung aller Amalgam-Füllungen verlangen und uns in praxi im Augenblick außer Gold kein anderes Füllungsmaterial zur Verfügung steht.

Erkennen wir den Ernst der Lage; erinnern wir uns, daß das Dimethylaminophenazon - lange klinisch bewährt und vielfältig therapeutisch angewendet - durch den § 5 des Arzneimittelgesetzes vom Bundesgesundheitsamt in Berlin aus dem Handel gezogen wurde. Dies geschah so kurzfristig, daß die Kollegenschaft, vor allem die Arztkollegen, erst aus der Presse von dieser gesetzlichen Maßnahme erfahren haben. So schnell hat man damals auf angebliche schädigende Nebenwirkungen des Pyramidons reagiert. Lassen Sie mich Ihnen vor Augen führen, es könnte - und ich sage es im Konjunktiv - es könnte dasselbe bei Amalgam geschehen, wenn wir seine Unschädlichkeit nicht einwandfrei nachzuweisen in der Lage sind. Dabei wären, und dies möchte ich klar zum Ausdruck bringen, mit dem Gutachten von Herrn Professor RIETHE, Tübingen, 1981 und der letzten uns

vorliegenden Arbeit von Herrn Professor KRÖNCKE, Erlangen (Münchener Medizinische Wochenschrift 22/1981), nach meiner Ansicht alle Verunsicherungen zu beseitigen. Hier möchte ich den letzten Absatz zitieren: "Die Anwendung von Amalgam in der menschlichen Mundhöhle führt also nicht zur Erhöhung der nahrungsbedingt normalen Hg-Konzentration im Blut und im Urin. Den Amalgam-Füllungen wegen ihres Quecksilbergehaltes gesundheitsschädigende Wirkungen nachzusagen, entbehrt damit jeder wissenschaftlich überprüfbaren Grundlage." Der Umgang unserer Kollegen und ihres Personals in den Praxen mit dem Amalgam beweist ebenfalls eindeutig, daß eine Schädigung - wenn überhaupt - in einem so geringen Maße auftritt, daß sie nicht bekannt geworden ist.

Meine eigene gezielte Umfrage im Kollegenkreis ergab keinen Anhalt für eine Schädigung. Das Quecksilber in den Amalgam-Füllungen spielt toxikologisch gegenüber dem in der Nahrung enthaltenen Quecksilber überhaupt keine Rolle. Wenn man in diesem Zusammenhang die Ausführungen von Professor KLASCHKA, Berlin, heranzieht, daß die Menschen häufig mit viel größeren Mengen von Hg, das z.B. in Feuerwerkskörpern enthalten ist, in Berührung kommen, ohne daß der Gesetzgeber diese verbieten würde, kann man die geringen Mengen von Quecksilber in den Amalgamfüllungen vergessen. Die Fortschritte in der Technik - Professor RIETHE sprach es ausführlich an - z.B. das Non-gamma 2-Amalgam, lassen die Gefahren noch geringer erscheinen. Voraussetzung ist dabei eine exakte Verarbeitung des Amalgams, die lege artis gelegte Füllung und letztlich ihre unbedingt notwendige Politur.

Elektrochemisch sind ebenfalls keine Schädigungen zu erwarten. Ströme fließen im menschlichen Körper, eine seit Jahrzehnten bekannte Tatsache. Diese Ströme und das Spannungsgefälle besonders in der Mundhöhle wurden und werden gemessen. Die Meßwerte sind so gering, daß sie keine Rolle spielen.

Zu den Allergien und allergologischen Reaktionen führt Professor RIETHE in seinem Gutachten aus "Ein Prozent der Bürger der Bundesrepublik Deutschland sind Allergiker, und 1.800 Allergene sind bisher bekannt." Wenn man den Stellenwert des Quecksilbers und des Amalgams als Ganzes betrachtet, muß man feststellen, daß die Allergie auf eine Amalgam-Füllung oder Quecksilber als unerheblich bezeichnet werden kann. Auch hierzu erfolgte eine persönliche Umfrage bei 110 Kollegen. Alle befragten Kollegen gaben mir die Antwort, daß ihnen bei ihren Patienten keine Quecksilberallergien bekannt geworden seien.

Die Elektroakupunktur nach VOLL beschäftigt unsere Kollegen schon lange. Heilpraktiker und auch einige Arztkollegen überweisen uns Patienten mit der Forderung, aufgrund von Hautmeßwerten alle vorhandenen Amalgam-Füllungen zu entfernen. Es war für mich aufschlußreich, daß auch der Physiker, Herr LUKAS, sich die Zusammenhänge zwischen Hautmeßwerten und Amalgam-Füllungen nur schwer vorstellen könne.

Wie Professor HERRMANN, Berlin, in seinem Vortrag ausführte, sind wir vermehrt mit Patienten konfrontiert, die sich einer Elektroakupunktur unterzogen haben, und die Entfernung der Amalgam-Füllungen verlangen. Die Zahnärzte sollen nun gegenüber den Krankenkassen

bestätigen, daß die Applikation einer Goldgußfüllung unumgänglich sei. Standespolitisch müssen wir alles tun, und auch Schwierigkeiten in Kauf nehmen, um diese Patienten vom Gegenteil zu überzeugen.

Lassen Sie mich zum Schluß noch hinzufügen, auch die Krankenkassen sind verunsichert, was das Amalgam betrifft und suchen nach Auswegen. So wurde bei manchen Krankenkassenverbänden erwogen, die Amalgame durch Gußfüllungen zu ersetzen. Ich brauche aus standespolitischer Sicht nicht zu betonen, welche ungeheueren zusätzlichen Kosten entstehen und das System der zahnärztlichen Versorgung in Gefahr bringen würden. Ein solcher Umdenkungsprozeß bei unseren Vertragspartnern müßte sich auf den zahnärztlichen Berufsstand sehr negativ auswirken. Als Fazit des Symposions bleibt daher festzustellen, daß im Seitenzahnbereich aus wissenschaftlicher und standespolitischer Sicht die heute gebräuchlichen hochwertigen Amalgame bei sachgemäßer Verarbeitung das Füllungsmaterial der Wahl sind.