

Individuelle Gesundheitsleistungen (IGeL) spielen auch in der Umweltmedizin eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Dabei ist es wesentlich, dem Patienten alle nötigen Informationen an die Hand zu geben und ihn über die Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Verfahren aufzuklären. Auf Anregung des AOK-Bundesverbands wurde der folgende, aus zwei Teilen bestehende Beitrag verfasst, der einen Überblick über die Umweltmedizin und die dort möglichen individuellen Gesundheitsleistungen gibt. Der Beitrag wendet sich ausdrücklich nicht nur an die umweltmedizinischen Spezialisten, sondern ist vor allem auch für die Betroffenen gedacht, denen er fundierte Informationen zum Leistungs-spektrum der Umweltmedizin geben kann. In diesem Sinn freuen wir uns, wenn er auch als Patienteninformation eingesetzt wird.

#### Herausgeber und Redaktion

Gesundheit und damit verbunden die Frage, was uns gesund hält oder krank macht, wird in der Öffentlichkeit ein immer wichtigeres Thema. In diesem Zusammenhang wird immer wieder auch diskutiert, ob gesundheitliche Beschwerden eventuell auf Umwelteinwirkungen zurückzuführen sein könnten. Damit beschäftigt sich eine noch relativ junge medizinische Disziplin – die Umweltmedizin. Zwar sind die belegbaren Erkenntnisse dieses medizinischen Fachgebietes über die Auswirkungen von Umweltschadstoffen auf den Menschen noch gering – wissenschaftlich lassen sich vorbeugende umweltmedizinische Untersuchungen also nicht rechtfertigen. Auch profitieren beschwerdefreie Menschen, die in einer "normalen" Umgebung leben, nicht von solchen Tests. Jedoch sorgen sich viele Menschen um ihre Gesundheit und wollen vorbeugend handeln. Präventive umweltmedizinische Untersuchungen werden deshalb als so genannte Individuelle Gesundheitsleistungen (auch IGeL genannt) angeboten. Sie gehören nicht zum Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenversicherung, der alle medizinisch notwendigen Maßnahmen umfasst, und müssen daher von den Versicherten privat bezahlt werden. Die AOK hat das Thema vorbeugende umweltmedizinische Leistungen allerdings wissenschaftlich aufbereiten lassen. Denn nur gut informierte Menschen sind in der Lage, die richtige Entscheidung für sich zu treffen. Und uns als Gesundheitskasse liegt ganz besonders am Herzen, dass eine von den Ärzten zusätzlich angebotene Leistung unseren Versicherten auch nützt.

#### Dr. Hans-Jürgen Ahrens

Vorstandsvorsitzender des AOK-Bundesverbandes

## Individuelle Gesundheitsleistungen (IGeL) in der Umweltmedizin – Teil 1

Isabelle Otterbach<sup>1</sup>, Martin Bergold<sup>1</sup>, Martin Beyer<sup>1</sup>, Thomas Eikmann<sup>2</sup>, Caroline Herr<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Allgemeinmedizin, Klinikum der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Theodor-Stern-Kai 7, 60590 Frankfurt

<sup>2</sup> Institut für Hygiene und Umweltmedizin, Justus-Liebig-Universität Gießen, Friedrichstr. 16, 35392 Giessen

**Korrespondenzadresse:** Dr. Isabelle Otterbach; E-Mail: [otterbach@allgemeinmedizin.uni-frankfurt.de](mailto:otterbach@allgemeinmedizin.uni-frankfurt.de)

**Zusammenfassung.** Von Ärzten unterschiedlicher Fachrichtungen werden gesunden Menschen oder solchen, die über unspezifische Beschwerden klagen, umweltmedizinische Leistungen als Individuelle Gesundheitsleistungen (IGeL) angeboten. Im Zentrum stehen meist labormedizinische Untersuchungen zur Bestimmung verschiedener Umweltschadstoffe, verbunden mit ärztlichen Beratungsleistungen.

In der vorliegenden Arbeit wird eine an wissenschaftlichen Kriterien (i.S. einer evidenz-basierten Medizin) orientierte Bewertung von Individuellen Gesundheitsleistungen in der Umweltmedizin vorgenommen. Auf der Basis einer Literaturrecherche sowie aktueller umweltmedizinischer Empfehlungen sollen häufig angebotene IGeL im Hinblick auf ihren medizinischen Nutzen bewertet werden.

Die Arbeit besteht aus zwei Teilen: Im ersten Teil stellen wir den Leistungsumfang typischer umweltmedizinischer IGeL-Angebote dar, gehen kurz auf drei häufig diskutierte umweltmedizinische Krankheitsbilder ein und besprechen ausführlich die Rechercheergebnisse zu Amalgam in Zahnfüllungen. Im zweiten Teil werden verschiedene wichtige Einzelsubstanzen, die für Umweltschädi-

#### Abstract

##### Non-covered health services in environmental medicine – part 1

General practitioners and medical specialists often provide environmental health services as non-covered health services (in German: Individuelle Gesundheitsleistungen, IGeL) to healthy individuals or to individuals who have unspecified health complaints. These mostly consist of laboratory analyses to determine various pollutants, combined with consultancy services.

In this study, an evaluation of such Individual Health Services in environmental medicine is performed using scientific criteria (in terms of evidence based medicine). On the basis of a literature search and recent recommendations, the medical efficacy of commonly provided out-of-pocket paid health service is then examined. The study comprises two parts: In the first part, typical non-covered health service and three commonly discussed clinical syndromes in environmental health service are described. Research results of the influence of amalgam in dental fillings are then described in depth. In the second part, substances which are regarded as res-

gungen verantwortlich gemacht werden, im Hinblick auf ihre Eignung als Screening-Untersuchung bewertet.

Wir konnten keine Studien oder Untersuchungen finden, die zeigen, dass bei beschwerdefreien Menschen durch umweltmedizinische Leistungen die Gesundheit verbessert oder Gesundheitsstörungen vorgebeugt werden kann. Im Rahmen der derzeitigen Datenlage erscheint für keinen der untersuchten Parameter eine routinemäßige Kontrolle bei asymptomatischen Patienten sinnvoll.

**Schlagwörter:** Amalgam; IGeL; Individuelle Gesundheitsleistungen; Umweltmedizin, Umweltschadstoffe

possible for environmental damage are evaluated for their suitability for screening tests.

Our analyses and evaluations of commonly provided environmental examinations come to a sobering conclusion. No studies or examinations support the view that such medical services result, either in an improvement in the health of persons with no complaints, or in the prevention of damage to such persons' health. On the basis of current data, routine lab tests for environmental pollutants make no sense for asymptomatic patients.

**Keywords:** Amalgam; environmental medicine; environmental pollutants; non-covered health services

## Einleitung

Umweltmedizin ist ein noch relativ neues Gebiet in der Medizin, das sich mit den Auswirkungen von Umwelteinflüssen auf die Gesundheit des Menschen beschäftigt. Umweltmediziner untersuchen sowohl individualmedizinische Fragestellungen, also Fragen nach der Schädigung eines einzelnen Individuums durch Umwelteinflüsse, als auch die Frage der bevölkerungsbezogenen Bedrohung durch Umweltfaktoren. Dabei spielt die Entwicklung von präventiven (vorbeugenden) Maßnahmen eine wichtige Rolle. Problembereiche der Umweltmedizin betreffen Innenraum, Luft, Wasser, Strahlung, Boden, Klima oder auch Lärm. Wenn man die immense Vielfalt an Einflüssen und Stoffen betrachtet, mit denen der Mensch in seiner Umwelt konfrontiert ist, wird klar, wie komplex das Fachgebiet Umweltmedizin ist.

Die Frage der Gesundheitsgefährdung durch Umweltbelastungen wird häufig äußerst kontrovers diskutiert. Oft ist es schwierig, ein Krankheitsbild oder auch bestimmte Beschwerden eindeutig auf eine einzelne Umwelteinwirkung zurückzuführen. Die wissenschaftlich belegten Erkenntnisse über die vielfältigen Einflüsse der Umwelt auf den Menschen sind noch immer gering. Daher ist eine an objektiven Kriterien orientierte Risikoabschätzung oft nicht möglich.

Die Umweltmedizin hat große Überlappungsbereiche mit anderen medizinischen Fächern (z.B. Toxikologie, Arbeitsmedizin, Allergologie oder Psychosomatik). Umweltmedizin ist daher ein fachübergreifendes Gebiet der Medizin (Herr und Eikmann 1998). Je nach Hintergrund und Ausbildung des anbietenden Arztes variieren daher umweltmedizinische IGeL-Angebote unterschiedlicher niedergelassener Ärzte stark.

Es gibt verschiedene umweltmedizinische Untersuchungsmethoden, um festzustellen, ob bestimmte gesundheitliche Beschwerden durch eine Umwelteinwirkung hervorgerufen werden bzw. ob sich von einem bestimmten Umwelteinfluss eine Gefährdung für den einzelnen Menschen ableiten lässt. Zu den typischen umweltmedizinischen Untersuchungsme-

thoden zählen die umweltmedizinische Erst- und Folgeanamnese, die eingehende umweltmedizinische Beratung, die umweltmedizinische Wohnraumbegehung sowie die umweltmedizinischen Schadstoffmessungen (siehe Abschnitt A). Letztere können entweder die äußeren Belastungen (in der Umgebung, z.B. Luft oder Staub) oder die inneren Belastungen (Biomonitoring) erfassen.

Umweltmedizinische Fragestellungen im engeren Sinne sind grundsätzlich aus dem Regelleistungskatalog der Gesetzlichen Krankenkassen (GKV) herausgenommen. Teilweise existieren landesspezifische Sonderregelungen. Umweltmedizinische Leistungen werden von verschiedenen Medizinern angeboten. Abgerechnet werden können Leistungen nur von Fachärzten für Hygiene und Umweltmedizin bzw. von Ärzten (verschiedener Fachrichtungen) mit der Zusatzbezeichnung Umweltmedizin.

Bei den allgemeinen umweltmedizinischen Leistungen (s.o.) gibt es Gebührensätze für Individuelle Gesundheitsleistungen (IGeL), die als Richtwert gelten. Für Laboranalysen gelten feste Preise (unterschiedlich nach Labor). Die Messungen äußerer Belastungen (so genanntes Ambiente- oder Umwelt-Monitoring) werden in der Regel nicht von den Kassen bezahlt. Wohnraumbegehungen werden i.d.R. nach dem zeitlichen Aufwand und Wegegeld oder auch pauschal vom Arzt oder dem Durchführenden abgerechnet.

Bei bestehenden Beschwerden können bestimmte Untersuchungen im Rahmen der allgemeinen Diagnostik über die GKV abgerechnet werden (z.B. allergologische Diagnostik).

Die folgende Bewertung ist in drei Abschnitte gegliedert: In A stellen wir den Leistungsumfang typischer umweltmedizinischer IGeL-Angebote dar, in B gehen wir auf drei häufig diskutierte umweltmedizinische Krankheitsbilder ein, und in C besprechen wir wichtige Einzelsubstanzen, die für Umweltschädigungen verantwortlich gemacht werden, insbesondere das Amalgam in Zahnfüllungen.

## A Umweltmedizinische Untersuchungsmethoden

Im folgenden Abschnitt werden umweltmedizinische Untersuchungsmethoden, die häufig als IGeL angeboten werden, erläutert (vgl. Böse O'Reilly et al. 2001, Mersch-Sundermann 1999).

### 1 Umweltmedizinische Erst- und Folgeanamnese

Die umweltmedizinische Anamnese (Patientenbefragung) dient der Erfassung von möglichen Belastungsfaktoren in der Umgebung und erfordert einen Zeitaufwand von mindestens 45 Minuten (u.U. auch deutlich länger).

Die Befragung basiert auf der internistischen Grundanamnese mit ausführlichen Fragen nach

- Wohnumfeld, Arbeits- bzw. Ausbildungsumfeld,
- Fremdmaterialstatus im Dentalbereich (inkl. Wurzelfüllungsmaterialien),
- Freizeitgewohnheiten und Genussmittelkonsum.

Dabei sollte gezielt nach dem zeitlichen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Beschwerden und bestimmten Umgebungsfaktoren gefragt werden: Wann und wo treten Beschwerden auf oder verstärken sich? Wichtig sind dabei Fragen danach, ob auch Familienangehörige, Mitbewohner oder Kollegen Beschwerden haben und ob sich die Beschwerden beim Wechsel in eine andere Umgebung (Urlaub etc.) verändern bzw. verschwinden.

Anschließend sollte sich eine umfassende körperliche Untersuchung mit der gezielten Suche nach auffälligen Befunden verschiedener Organsysteme.

### 2 Eingehende umweltmedizinische Beratung

Die umweltmedizinische Beratung umfasst Verhaltensempfehlungen und Ratschläge, die häufig auf Grund allgemeiner Fragestellungen auch ohne weitere Untersuchungen gegeben werden können (z.B. zur grundsätzlichen Gefährdung von amalgamhaltigen Füllungen, zur Strahlenbelastung oder zu Umweltbelastungen etwa durch Feinstaub). Dazu gehört auch, die Möglichkeiten und Grenzen sowie den Sinn von Untersuchungen aufzuzeigen bzw. deren mögliche oder fehlende Konsequenzen zu diskutieren.

### 3 Umweltmedizinische Wohnraumbegehung

Eine umweltmedizinische Ortsbesichtigung bietet den Rahmen für ein umfassendes persönliches Gespräch bzw. eine Orientierung bezüglich möglicher Belastungen. Es wird ein Protokoll der Wohnraumbegehung angelegt. Anschließend

sollte typischerweise festgelegt werden, ob und ggf. welche Untersuchungen durchgeführt werden sollen (Erstellung eines Untersuchungskonzeptes). Die Abrechnung solcher Leistungen erfolgt entweder pauschal oder nach Zeitaufwand bzw. Wegegeld.

### 4 Umweltmedizinische Schadstoffmessungen/ Analytik

Die umweltmedizinischen Schadstoffmessungen (so genanntes Ambiente- oder Umwelt-Monitoring) dienen der Erfassung von verschiedenen "äußeren" Belastungsfaktoren aus relevanten Umfeldern des Patienten (Raumluft, Hausstaub etc.). Dabei wird zunächst nur die Konzentration bzw. die Menge eines Schadstoffes in der Umgebung gemessen. Das Ergebnis lässt keine Aussage darüber zu, ob der Schadstoff überhaupt vom Menschen aufgenommen wird bzw. welche schädlichen Wirkungen er grundsätzlich auf den Menschen hat.

### 5 Umweltmedizinisches Biomonitoring

Das so genannte umweltmedizinische Biomonitoring umfasst die Messung der "inneren Belastung". Dabei wird die Konzentration bzw. die Menge eines Schadstoffes in verschiedenen Körpermaterialien (Blut, Urin, Muttermilch, Haaren, Speichel, Gewebe, Ausatemluft) gemessen. Die Ergebnisse solcher Messungen sollten beurteilbar sein. Das heißt, dass Referenzwerte bzw. Grenzwerte vorhanden sind, und es sollten Kenntnisse über das Schädigungspotenzial vorhanden sein. Von besonderer Bedeutung ist, dass das beauftragte Labor Erfahrung in der Durchführung umweltmedizinischer Fragestellungen hat (Qualitätssicherung) (Eis 2000).

Der Nachweis eines Schadstoffes beispielsweise im Blut eines Patienten bedeutet aber nicht automatisch, dass die nachgewiesene Substanz Schäden oder Beschwerden bei dem Betroffenen verursacht hat.

Das umweltmedizinische Effektmonitoring hat zum Ziel, biologische Veränderungen im Organismus durch Schadstoffe aus der Umwelt nachzuweisen. Daneben gibt es Methoden, mit denen versucht wird, die Empfindlichkeit oder Empfänglichkeit eines Individuums auf bestimmte Schadstoffe zu erfassen. Diesen Untersuchungen liegt der Gedanke zugrunde, dass die individuelle Reaktion auf Schadstoffe unterschiedlich sein kann.

Untersuchungen zum Effekt- oder Empfindlichkeitsmonitoring sind im Hinblick auf wissenschaftliche Fragestellungen interessant, aber nicht zur Abklärung individueller Gesundheitsbeschwerden.

## 6 Erstellung eines umweltmedizinisch begründeten Behandlungskonzeptes

Hierbei handelt es sich um die Erarbeitung eines Behandlungskonzeptes auf Grund der nach der Anamnese und durchgeführten Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse. Diese können (bauliche) Sanierungsmaßnahmen oder eigentliche umweltmedizinische Therapiekonzepte beinhalten. Der begründete Expositionsstop oder die *Avoidance* (Vermeidung) ist die einzige allgemein anerkannte Therapie in der Umweltmedizin. Eine vollständige Vermeidung des Kontaktes zu schädigenden Substanzen ist aber nur selten möglich.

Weitere angewendete Therapieverfahren sind: adjuvante Therapie (Enzympräparate, Johanniskraut, Vitamine, Antioxidantien), "Entgiftungsverfahren", z.B. Chelatotherapie (Ausleitungstherapie), alternative Heilverfahren (Akupunktur, Homöopathie u.a.). Für alle diese Verfahren gibt es keine wissenschaftlichen Beweise ihrer Wirksamkeit.

## 7 Erstellung eines umweltmedizinischen Gutachtens

Es handelt sich um eine umfassende schriftliche Stellungnahme, bei der in der Regel zur Frage der Verursachung einer Gesundheitsschädigung durch eine Exposition mit Schadstoffen Stellung genommen wird (Kausalitätsfrage).

## B Spezielle Umweltsyndrome

Die folgenden Syndrome beschreiben in der Umweltmedizin häufig beklagte Beschwerdebilder, deren Ursachen uneinheitlich und nicht ausreichend geklärt sind. Die vermuteten umweltassoziierten Gesundheitsstörungen werden dabei unter mehr oder minder verbreiteten "üblichen" Expositionsbedingungen der Bevölkerung nur bei einzelnen Individuen beobachtet.

### 1 "Multiple chemical sensitivity (MCS)"

MCS oder "Idiopathic Environmental Intolerance (IEI)" bezeichnet eine erworbene chronische Störung, die von den Betroffenen als erhöhte Empfindlichkeit gegenüber verschiedenen, chemisch nicht verwandten Substanzen angesehen wird. Viele chemische Substanzen können bei Überschreitung der wissenschaftlich anerkannten toxischen Wirkschwellen Beschwerden bzw. Vergiftungserscheinungen auslösen. Beim MCS dagegen wird angenommen, dass die beschwerdeauslösenden Konzentrationen weit unterhalb dieser Wirkschwellen liegen. In Studien konnte allerdings eine gesteigerte Individualempfindlichkeit nicht regelhaft nachgewiesen werden (Wolf und Barth 2002). Die Biomonitoring-Werte als Anzei-

chen einer inneren Schadstoffbelastung sind im allgemeinen unauffällig (BMG und BMU 1999, APUG).

Die Betroffenen klagen über unspezifische Beschwerden wie Kopfschmerzen, Müdigkeit, Verdauungs-, Konzentrations- und Schlafstörungen sowie über Beschwerden an Haut und Schleimhäuten. Diese treten als Reaktion auf eine Vielzahl von Substanzen auf. Die Häufigkeit in Deutschland wird mit etwa 0,5% (Bornschein et al. 2005) angegeben. Eine Objektivierung des "Krankheitsbildes" und der Beschwerden anhand allgemein akzeptierter Labortests oder Untersuchungen ist nicht möglich. Somit ist die Bezeichnung MCS rein beschreibend; eine Diagnose im wissenschaftlichen Sinn kann nicht gestellt werden (Nasterlack et al. 2002). Es gibt auch keine wissenschaftlich begründeten Therapiekonzepte. Eine Vermeidung ist wegen der Vielzahl der Auslöser kaum möglich und sinnvoll.

### 2 "Sick-Building-Syndrom (SBS)"

Für Befindlichkeitsstörungen, die in Innenräumen auftreten, prägte die Weltgesundheitsorganisation (WHO 1983) den Begriff Sick-Building-Syndrom. Diese Bezeichnung ist umstritten: Sowohl der Begriff als auch überhaupt die Existenz dieses Syndroms werden kontrovers diskutiert (Bargfrede et al. 2004).

Unter dem Begriff Sick-Building-Syndrom werden Gesundheitsstörungen und Erkrankungen zusammengefasst, welche typischerweise von mehreren Betroffenen als "gebäudebedingt" angesehen werden und die vor allem in klimatisierten Wohn- oder Büroräumen auftreten. Dabei handelt es sich nicht um ein klar definiertes Krankheitsbild, sondern eher um ein wiederkehrendes Beschwerdemuster. Die Betroffenen leiden an verschiedenen unspezifischen Beschwerden wie Reizungen von Augen, Nase oder Rachen, Kopfschmerzen, Husten oder Übelkeit während des Aufenthaltes in bestimmten Gebäuden (Bargfrede et al. 2003). Typisch ist das Abklingen oder Verschwinden nach Verlassen des Gebäudes. Die Prävalenz wird mit 5 bis zu 50% (Gebbers und Glück 2003, Finnegan et al. 1984, Mikatavage et al. 1995, Norbäck und Edling 1991) angegeben. Die Ursachen sind weitgehend ungeklärt, es handelt sich nicht um einen einzelnen, immer gleichen Auslöser. Diskutiert werden unter anderem Bakterien, Schimmelpilze, Formaldehyd, Luftfeuchtigkeit, Geruchsbelastungen, mangelnde Luftzirkulation usw. (Gebbers und Glück 2003). Daneben sind psychosoziale Faktoren wie u.a. Stress oder Unzufriedenheit im Beruf mit einem erhöhten Risiko für das Auftreten eines SBS verbunden (Mendell 1993). Die Suche nach Auslösern ergibt oft (meist) keine eindeutigen Ergebnisse im Sinne nachweisbarer Überschreitungen von Grenzwerten.

### 3 "Holzschutzmittelsyndrom"

Als Holzschutzmittelsyndrom wird ein uneinheitliches Beschwerdebild bezeichnet, das als Folgeerkrankung einer jahrelangen Exposition gegenüber Holzschutzmitteln, vor allem Pentachlorphenol (PCP), in Wohnräumen angesehen wird. Die Beschwerden sind überwiegend unspezifisch und können auch bei vielen anderen Erkrankungen auftreten. Das Krankheitsbild ist weder wissenschaftlich definiert noch akzeptiert (UBA 1997). Es gibt einzelne Berichte über eine Besserung von Beschwerden durch einen Auslassversuch sowie ein Wiederauftreten bei erneuter Exposition (Brandt et al. 1977). Trotzdem gibt es keinen wissenschaftlichen Nachweis, dass das Syndrom überhaupt existiert, noch dass es durch Holzschutzmittel oder "Umweltgifte" ausgelöst wird.

### C Ausgewählte umweltmedizinische Fragestellungen bzw. Untersuchungsbereiche

Die Anzahl potenzieller Umweltschadstoffe ist kaum überschaubar. Im Folgenden werden einige ausgewählte Schadstoffe, die häufiger Gegenstand umweltmedizinischer Fragestellungen sind, kurz beschrieben. Das Thema Amalgam wird wegen seiner Bedeutung und der Vielzahl dazu verfügbarer Studien ausführlicher behandelt.

Wegen ihrer Relevanz für umweltmedizinische Fragestellungen soll zunächst kurz die Bedeutung der HBM-Werte erläutert werden: Als HBM-Werte werden die von der Kommission Human-Biomonitoring (HBM) des Umweltbundesamts herausgegebenen Werte bezeichnet. Im Gegensatz zu Referenzwerten (welche die durchschnittliche Belastung einer Bevölkerungsgruppe mit einem bestimmten Schadstoff wiedergeben ohne Aussage über deren gesundheitliche Bedeutung) dienen die HBM-Werte zur Beurteilung des gesundheitlichen Risikos von Schadstoffgehalten in biologischen Materialien (Blut, Urin etc). Es liegen allerdings nur für einige ausgewählte Schadstoffe HBM-Werte vor. Der HBM-I-Wert (Prüfwert) beschreibt den Grenzwert, unterhalb dessen nach derzeitiger Bewertung die Konzentration eines Schadstoffs unbedenklich ist. Oberhalb des HBM-II-Werts ist eine gesundheitliche Beeinträchtigung möglich, und es besteht akuter Handlungsbedarf zur Reduktion der Belastung. Im Bereich zwischen den Werten kann eine gesundheitliche Beeinträchtigung nicht ausreichend sicher ausgeschlossen werden (DGAUM 2004, UBA 2000).

#### 1 Quecksilberbelastung durch amalgamhaltige Zahnfüllungen

Amalgam wird in der Zahn- und Kieferheilkunde als dentales Füllungsmaterial seit über einem Jahrhundert verwendet. Alternative Füllungsmaterialien existieren, sind aber für man-

che Applikationen nicht gut geeignet und zudem kostspieliger. Amalgame entstehen durch das Vermischen von Metalllegierungen mit Quecksilber (Hg). Die konventionelle Amalgamfüllung enthält ca. 50% elementares Quecksilber (Gabrio et al. 2003, Gelbland 1998, Pschyrembel 2004, Windham 2003).

Die toxischen Effekte von Quecksilber sind hinreichend belegt (Oshima et al. 2004). Quecksilber hat vor allem schädigende Wirkungen auf Nieren (Mortada et al. 2002, Mutter et al. 2005, Weiner et al. 1990), Nervensystem (Gehirn) (Asrari und Lobner 2003, Lobner und Asrari 2003, Ozbas et al. 2003, Pleva 1994, Taskinen et al. 1989) und Immunsystem (Bartova 2003). So wird dem Amalgam seit Beginn der Anwendung in der Zahnmedizin eine schädigende Wirkung auf den menschlichen Organismus nachgesagt. Mittlerweile gibt es eine fast zwei Jahrzehnte andauernde Diskussion der Fachwelt über Pro und Contra der Verwendung von Quecksilber in der Zahnmedizin (Dodes 2001). Diese Diskussion führte dazu, dass immer mehr Patienten (aber auch Zahnärzte) den Werkstoff Amalgam ablehnen (Gabrio et al. 2003, Lygre et al. 2004, Mutter et al. 2005). Trotz des weltweiten Rückgangs der Verwendung von amalgamhaltigen Zahnfüllungen werden auch heute noch mehr als 30% aller Füllungen im Seitenzahnbereich aus Amalgam hergestellt (Albertini et al. 1997, Forss und Widstrom 1996, Fuks 2002).

#### Gesundheitsstörungen durch Amalgam

Quecksilber kann über die Atemluft und den Magen-Darm-Trakt (Spencer 2000) aufgenommen werden. Allerdings wird nur ein geringer Teil des aus Amalgamfüllungen freigesetzten Quecksilbers überhaupt vom Körper aufgenommen. Die Ausscheidung erfolgt hauptsächlich über den Darm und die Nieren.

In verschiedenen Studien wurde untersucht, wie viel Quecksilber durch Amalgamfüllungen in den Körper gelangt. Bei 13 vorhandenen Amalgamfüllungen betrug die tägliche Aufnahme ca. 3 µg Quecksilber (Mackert und Berglund 1997). Andere Studien bestätigen diese Ergebnisse (Halbach 1994, Mandel 1991). Die nahrungsbedingte Quecksilberaufnahme der europäischen Bevölkerung liegt bei ca. 15 µg Hg/d, wovon ein Drittel resorbiert wird (Spencer 2000). Somit wird der entsprechende WHO-Grenzwert (WHO 1991), der bei 40 µg Hg/d liegt, weder durch das aus Amalgamfüllungen freigesetzte Quecksilber noch durch die nahrungsbedingte Belastung annähernd erreicht.

Quecksilber kann im Blut und im Urin nachgewiesen werden. Es besteht ein geringer Zusammenhang zwischen der Zahl der Amalgamfüllungen und dem Quecksilberspiegel im Urin und Blut (Ganss et al. 2000, Langworth et al. 2002, Mutter et al. 2005, Zimmer et al. 2002). Die in Deutschland durchschnittliche Quecksilberkonzentration der Bevölkerung

im Urin und im Blut liegt deutlich unter derjenigen, die für zahnärztliches Personal ermittelt wurde (Arenholt-Bindslev und Schmalz 1996). Die entsprechenden Grenzwerte für beruflich exponierte Personen werden bei weitem nicht erreicht (McComb 1997, Spencer 2000, Wahl 2001).

Bestimmte Lebensgewohnheiten (exzessives Kaugummikauen, "Knirschen") können den Quecksilberspiegel im Organismus steigern (Clarkson et al. 2003, Kazantzis 2002, Larkin 2002, Mandel 1991, Mason et al. 2001). Die erhöhten Werte liegen jedoch weit unter dem als gesundheitsschädlich festgelegten Grenzwert (Larkin 2002, Mandel 1991). Der Quecksilbergehalt im Körper ist vor allem von der Ernährung abhängig (Fischprodukte) (Windham 2003). Je nach Ernährungsgewohnheiten findet man bei der Bevölkerung in manchen Ländern deutlich höhere Quecksilberspiegel, ohne dass dies mit einer höheren Erkrankungswahrscheinlichkeit einhergeht. Für zahnärztliches Personal wurde kein erhöhtes Krankheitsrisiko nachgewiesen (Arenholt-Bindslev 1998, Ritchie et al. 2004, Sandborgh-Englund et al. 1998).

Quecksilber kann eine Reihe von gesundheitlichen Störungen bewirken, vor allem Zittern, nervöse Reizbarkeit und Nierenschäden mit Eiweißausscheidung (Beers und Berkow 2000, Pschyrembel 2004). Die dazu erforderlichen Konzentrationen sind wesentlich höher, als dies durch Quecksilberfreisetzung aus Amalgam erreicht wird (WHO 1991). Trotzdem wird Amalgam für eine kaum mehr überschaubare Zahl von Erkrankungen und Beschwerden verantwortlich gemacht, angefangen von Kopf- und Gliederschmerzen über chronische Nierenschädigungen bis hin zur Depression (Dodes 2001). Die genannten Symptome sind meist unspezifischer Natur, so dass sie auch als Folge einer Vielzahl anderer Erkrankungen in Betracht kommen (Bailer et al. 2001, 2003, Gottwald et al. 2001).

Es gibt keine Hinweise, dass Amalgamfüllungen im Zusammenhang mit Erkrankungen wie Multipler Sklerose (Clarkson et al. 2003, Wahl 2001), M. Alzheimer (Clarkson et al. 2003, Saxe et al. 1999, Wahl 2001), M. Parkinson (Bates et al. 2004) oder M. Crohn (Counter und Buchanan 2004) stehen. Gleiches gilt für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, chronisches Ermüdungssyndrom (Bates et al. 2004), Nierenschäden (Bates et al. 2004, Ekstrand et al. 1998, Mason et al. 2001, Ritchie et al. 2002, Sandborgh-Englund et al. 1998, Wahl 2001) neurologisch-psychiatrische Erkrankungen (Brattel et al. 1997, Dalen et al. 2003, Factor-Litvak 2003, Wahl 2001) und Störungen des Immunsystems (Wahl 2001). Es gibt keine wissenschaftlichen Studien, die nahe legen, dass Amalgamfüllungen zu einer (akuten oder chronischen) Quecksilbervergiftung führen können. In vielen Untersuchungen zeigte sich, dass bei Patienten mit Beschwerden und bei Patienten ohne diese kein statistischer Unterschied sowohl in der Blut- als auch in der Urin-Quecksilber-Konzentration besteht (Bailer et al. 2001, Ekstrand et al. 1998, Gottwald et al. 2001, Halb-

ach 1994, Kazantzis 2002, Langworth 2002, Lygre et al. 2003, Mandel 1991, Mason et al. 2001, Spencer 2000).

Es gibt durch Hauttests nachweisbare Allergien gegen Amalgam. 0,9% der Menschen zeigen im Epikutantest eine positive Reaktion (Gottwald et al. 2002, Wöhrle et al. 2003). Diese im Hauttest nachweisbare Allergie führt nicht unbedingt zu klinischen Beschwerden. Bezüglich einer lokalen Wirkung an den angrenzenden Geweben (Zähne, Zahnfleisch und Mundschleimhaut) fanden sich keine oder nur kurz nach der Applikation auftretende geringe Reaktionen am Zahn (Fardal et al. 2005, Ozbas et al. 2003). Eine besondere Form der Schleimhautreaktion auf Amalgam sind so genannte lichenoidale Reaktionen (Fardal et al. 2005, Gottwald et al. 2001, Issa et al. 2005, Laejendecker et al. 2004, Little et al. 2001, Scott et al. 2004, Thornhill et al. 2003). Dabei handelt es sich um weißliche Auflagerungen auf der Schleimhaut. Die Ursache dieser seltenen Schleimhautreaktionen ist unklar (Prävalenz: 1 : 10 000) (Gottwald et al. 2001, Little et al. 2001, Scott et al. 2004). Sie treten eher bei Patienten mit einer Sensibilisierung gegenüber Amalgam auf (Thornhill et al. 2003).

Es gibt zurzeit keine Hinweise dafür, dass Blut-Quecksilberspiegel unterhalb der Grenzwerte gesundheitliche Schäden beim Menschen verursachen. Da es keine Untersuchungen gibt, die zeigen könnten, dass durch Amalgamfüllungen Quecksilberspiegel im Blut oberhalb der Grenzwerte erreicht werden, gibt es keinen Grund, Untersuchungen zur Quecksilberbelastung durch Amalgam durchführen zu lassen.

### **Tests zur Erkennung einer Quecksilberbelastung bzw. einer Amalgam-Allergie**

#### **Quecksilber-Werte im Blut/Urin**

Die Bestimmung des Quecksilbergehalts in Blut und Urin ist das am weitesten verbreitete Verfahren zur Untersuchung einer Quecksilberbelastung (Morton et al. 2004). Die Messung kann schnell und kostengünstig durchgeführt werden. Zwar ist das Ergebnis der Messung von der jeweiligen Ernährung abhängig; sind aber Daten bezüglich der täglichen Quecksilberaufnahme durch die Nahrung innerhalb einer bestimmten Volksgruppe/Region vorhanden, erlaubt die Quantifizierung von anorganischem Quecksilber im Blut oder im Urin eine Abschätzung einer überdurchschnittlichen Belastung. Von der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes wurden HBM-Werte herausgegeben (Tabelle 1).

#### **Kaugummitest nach Dauderer**

Der Test misst die Quecksilberkonzentration im Speichel vor und nach 10-minütigem Kauen eines zuckerfreien Kaugummis. Dieser Test wird im Allgemeinen als unzuverlässig eingestuft (Ganss et al. 2000, Zimmer et al. 2002).

**Tabelle 1:** HBM-Werte der Kommission Human-Biomonitoring für Quecksilber (DGAUM 2004, UBA 1999)

Medium	Bedingungen	Norm
Urin	HBM-I	7 µg/l
	HBM-II	25 µg/l
Blut	HBM-I	< 5 µg/l
	HBM-II	< 15 µg/l

### 24h Urin-Test vor und nach oraler DMPS-Gabe

Dieser Test misst die Quecksilberkonzentration im Urin vor und nach Gabe von DMPS (Dimercaptopropansulfonat). Der Wert des Tests wird kontrovers diskutiert (Grandjean et al. 1997, Sandborgh-Englund et al. 1994, Vamnes et al. 2000). Die Verwendung von DMPS erlaubt keine sichere Aussage über die Quecksilberbelastung im Organismus (Schuurs et al. 2000, Vamnes et al. 2000). In einem Patientenkollektiv mit Amalgamfüllungen fand sich annähernd die gleiche Quecksilberbelastung wie in einem Patientenkollektiv ohne Amalgamfüllungen (Torres-Alanis et al. 2000, Vamnes et al. 2000).

### Quecksilberquantifikation in den Haaren

Wissenschaftliche Untersuchungen über diese Methode existieren kaum. Die Bestimmung des Quecksilbergehaltes im Haar erlaubt nach der gegenwärtigen Datenlage keine Aussage über die Quecksilberbelastung im Organismus.

### Epikutantest

Dieser Hauttest dient dem Nachweis einer Kontaktsensibilisierung. Dabei wird die potenziell allergene Substanz unter Okklusion für 48 Stunden auf gesunder Haut aufgetragen und die Hautreaktion nach 48 und 72 Stunden beurteilt. Für die Diagnose einer Allergie auf Amalgam ist dieser Test unabdingbar. Eine positive Reaktion auf Amalgam bedeutet lediglich, dass der Patient gegenüber dem Allergen eine Sensibilisierung entwickelt (von Mayenburg et al. 1991). Von einer Allergie kann erst bei klinischen Beschwerden gesprochen werden (Issa et al. 2004). Viele Patienten, die im Epikutantest auf Amalgam reagieren, sind nicht automatisch allergisch dagegen (Kanerva et al. 2001).

### Bessern sich Beschwerden nach Entfernung von amalgamhaltigen Füllungen?

Die Entfernung von Amalgamfüllungen führt mittelfristig nach einem kurzfristigen Anstieg (Clarkson et al. 2003, Omura et al. 1996) zu einer signifikanten Reduktion des Körperquecksilberspiegels (Sandborgh-Englund et al. 1998). Dabei kann die Gesamtreduktion des Quecksilberspiegels im Blut und im Urin bis zu 60-80% innerhalb weniger Monate betragen. Wenn man davon ausgeht, dass die Höhe des Körperquecksilberspiegels bei Patienten mit Amalgamfüllungen ohnehin gering ist (Arenholt-Bindslev und Schmalz 1996,

Mc Comb 1997, Spencer 2000, Wahl 2001, Zimmer et al. 2002) und durchschnittliche Werte in Deutschland unterhalb der Konzentrationen liegen, bei denen bei besonders empfindlichen Personen unspezifische Symptome auftreten können (Halbach 1994, WHO 1991, Zimmer et al. 2002), ist die Reduktion des Quecksilberspiegels klinisch ohne Bedeutung. Interessant ist, dass Patienten, die unter Amalgam zu leiden glauben, sich nach Entfernung der Füllungen zwar in der Hälfte der Fälle besser fühlen, jedoch objektiv zum Teil sogar eine Verschlechterung der Symptome aufweisen.

Orale lichenoidale Reaktionen, die unmittelbar in der Nachbarschaft von Amalgamfüllungen auftreten, profitieren von der Entfernung der Füllungen (Dunsche et al. 2003a,b, Issa et al. 2004, 2005, Kato et al. 2003, Laeijendecker et al. 2004, Thornhill 2003, Wöhrle et al. 2003, Wong und Freeman 2003).

Die medizinische Indikation zur Amalgamentfernung ist nur bei Patienten mit typischen amalgambedingten Veränderungen der Mundschleimhaut gegeben. Bei allen anderen Beschwerden trägt nach derzeitiger Datenlage die Entfernung des Werkstoffes Amalgam nicht zur Verbesserung der Symptome bei (Ekstrand et al. 1998, Harhammer 2001, Issa et al. 2004, Larkin 2002, Lygre et al. 2004, 2005, Nerdrum et al. 2004).

### Empfehlungen zum Thema Amalgam

Nach den vorliegenden Daten kann davon ausgegangen werden, dass Amalgamfüllungen keine gesundheitsschädigenden Effekte haben – abgesehen von lokalen Wirkungen im Sinne einer oralen lichenoiden Reaktion oder seltenen Allergien. Zahlreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass subjektive Beschwerden, wenn sie nach objektiven Parametern erfasst wurden, nicht mit dem Amalgam in Verbindung gebracht werden können. Durch Quecksilber, das aus Amalgamfüllungen entweicht, werden nicht annähernd gesundheitsschädigende Konzentrationen im menschlichen Organismus erreicht.

Die *American Dental Association* (ADA) empfiehlt die Entfernung amalgamhaltiger Zahnfüllungen nur nach strenger Indikationsstellung und nur bei schwerer Beschwerdesymptomatik, die eindeutig auf den Werkstoff zurückgeführt werden kann (Larkin 2002). Auch die Schweizerische Zahnärzte-Gesellschaft (SSO) (SSO 2005) und die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK 2003) raten zu einer sorgfältigen Indikationsstellung bei der Entfernung von amalgamhaltigen Füllungen.

Bei oralen lichenoiden oder allergischen Reaktionen, die unmittelbar in der Nachbarschaft einer Amalgamfüllung auftreten, steht die Entfernung des Werkstoffes an erster Stelle der therapeutischen Maßnahmen. Für die Notwendigkeit oder den Erfolg einer Detoxifikation des menschlichen Organismus durch eine Eliminationstherapie (z.B. durch Chelatoren wie DMPS) wurde keine Evidenz gefunden (Spencer 2000).

Die Anwendung kann die Gesundheit des Patienten sogar negativ beeinflussen (Grandjean et al. 1997, Sandborgh-Englund et al. 1994).

Amalgamhaltige Zahnfüllungen sind als gesundheitlich unbedenklich einzustufen, wenn nicht in seltenen Fällen lokale Reizungen im Mund auftreten. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt gibt es keine Erkrankungen oder Beschwerdebilder (außer lokale Schleimhautreaktionen), die auf eine gesundheitsschädigende Wirkung von Amalgam hinweisen (Bratel et al. 1997, Brownawell et al. 2005, DeRouen et al. 2002, Dodes 2001, Harhammer 2001, van Noort et al. 2004, Osborne et al. 2002).

## Literatur

- Albertini TF, Kingman A, Brown LJ (1997): Prevalence and distribution of dental restorative materials in US Air Force veterans. *J Public Health Dent* 57(1), 5-10
- Arenholt-Bindslev D, Schmalz G (1996): Quecksilberexposition beim Entfernen von Amalgamfüllungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 50(2), 870-874
- Arenholt-Bindslev D (1998): Environmental aspects of dental filling materials. *Eur J Oral Sci* 106(2 Pt 2), 713-720
- Asrari M, Lobner D (2003): In vitro neurotoxic evaluation of root-end-filling materials. *J Endod* 29(11), 743-746
- Bailer J, Rist F, Rudolf A et al. (2001): Adverse health effects related to mercury exposure from dental amalgam fillings: toxicological or psychological causes? *Psychol Med* 31(2), 255-263
- Bailer J, Staehle HJ, Rist F (2003): Ill due to amalgam? 10 rules for managing the symptomatic patient. *MMW Fortschr Med*. 145(33-34): 34-38
- Bargfrede A, Wiesmüller GA, Bischof W, Hornberg C (2003): Gebäudebezogene Gesundheitsstörungen. Das Sick Building Syndrom. *Internistische Praxis* 43, 451-462
- Bargfrede A, Wiesmüller GA, Bischof W, Hornberg C (2004): Sick Building Syndrome (SBS) – Stand der Forschung. *Public Health Forum* 12(42), 20-22
- Bartova J, Prochazkova J, Kratka Z, Benetkova K, Venclikova Z, Sterzl I (2003): Dental amalgam as one of the risk factors in autoimmune diseases. *Neuro Endocrinol Lett* 24(1-2), 65-67
- Bates MN, Fawcett J, Garrett N, Cutress T, Kjellstrom T (2004): Health effects of dental amalgam exposure: a retrospective cohort study. *Int J Epidemiol* 33(4): 894-902
- Beers MH, Berkow R (2000): MSD-Manual. 6. dt. Auflage. MSD-Merck. Urban Fischer Verlag, München/Jena
- Böse-O'Reilly S, Kammerer S, Mersch-Sundermann V, Wilhelm M (2001): Leitfaden Umweltmedizin. Urban & Fischer Verlag, München/Jena
- Bornschein S, Hausteiner C, Förstl H, Zilker T (2005): 50 Jahre MCS – alte Theorien und neuere Erfahrungen an einer universitären Umweltambulanz. *Umweltmedizin in Forschung und Praxis* 10(6), 389-396
- Bratel J, Haraldson T, Ottosson JO (1997): Potential side effects of dental amalgam restorations. (II). No relation between mercury levels in the body and mental disorders. *Eur J Oral Sci* 105(3), 244-245
- Brandt, M, Schmidt E, Schmidt FW (1977): Chronische Lebererkrankungen durch langjährige Intoxikation im Haushalt mit Pentachlorphenol. *Verh Dtsch Ges Inn Med* 83: 1609-1611
- Brownawell AM, Berent S, Brent RL et al. (2005): The potential adverse health effects of dental amalgam. *Toxicol Rev* 24(1), 1-10
- BMG und BMU, Bundesministerium für Gesundheit, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1999): Dokumentation zum Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit. [www.apug.de/archiv/pdf/APUG\\_Dokumentation%20\\_Vollversion.pdf](http://www.apug.de/archiv/pdf/APUG_Dokumentation%20_Vollversion.pdf) [1.5.2006]
- Clarkson TW, Magos L, Myers GJ (2003): The toxicology of mercury - current exposures and clinical manifestations. *N Engl J Med* 349(18), 1731-1737
- Counter SA, Buchanan LA (2004): Mercury exposure in children: a review. *Toxicol Appl Pharmacol* 198(2), 209-230
- Dalen K, Lygre GB, Klove H, Gjerdet NR, Askevold E (2003): Memory functions in persons with dental amalgam. *J Dent* 31(7), 487-492
- DGAUM (2004): Umweltmedizinische Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 39(6), 360-363
- DeRouen TA, Leroux BG, Martin MD et al. (2002): Issues in design and analysis of a randomized clinical trial to assess the safety of dental amalgam restorations in children. *Control Clin Trials* 23(3), 301-320
- Dodes JE (2001): The amalgam controversy. An evidence-based analysis. *J Am Dent Assoc* 132(3), 348-356
- Dunsche A, Kastel I, Terheyden H, Springer IN, Christophers E, Brasch J (2003a): Oral lichenoid reactions associated with amalgam: improvement after amalgam removal. *Br J Dermatol* 148(1), 70-76
- Dunsche A, Frank MP, Luttgies J et al. (2003b): Lichenoid reactions of murine mucosa associated with amalgam. *Br J Dermatol* 148(4), 741-748
- DGZMK, Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (2003): [www.dgzmk.de](http://www.dgzmk.de) [1.5.2006]
- Eis D (2000): Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin. *Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz* 43, 336-342
- Ekstrand J, Bjorkman L, Edlund C, Sandborgh-Englund G (1998): Toxicological aspects on the release and systemic uptake of mercury from dental amalgam. *Eur J Oral Sci* 106(2 Pt 2), 678-686
- Factor-Litvak P, Hasselgren G, Jacobs D et al. (2003): Mercury derived from dental amalgams and neuropsychological function. *Environ Health Perspect* 111(5), 719-723
- Finnegan MJ, Pickering C, Burge PS (1984): The Sick Building Syndrome: Prevalence Studies. *Brit Med J* 83, 1573-1575
- Fardal O, Johannessen AC, Morken T (2005): Gingivo-mucosal and cutaneous reactions to amalgam fillings. *J Clin Periodontol* 32(4), 430-433
- Forss H, Widstrom E (1996): Factors influencing the selection of restorative materials in dental care in Finland. *J Dent* 24(4), 257-262
- Fuks AB (2002): The use of amalgam in pediatric dentistry. *Pediatr Dent* 24(5): 448-455
- Gabrio T, Benedikt G, Broser S et al. (2003): 10 years of observation by public health offices in Baden-Württemberg – assessment of human biomonitoring for mercury due to dental amalgam fillings and other sources. *Gesundheitswesen* 65(5), 327-335
- Ganss C, Gottwald B, Traenckner I et al. (2000): Relation between mercury concentrations in saliva, blood, and urine in subjects with amalgam restorations. *Clin Oral Investig* 4(4), 206-211
- Gebbers JO, Glück U (2003): Sick Building Syndrom. *Schweiz med Forum* 5(29), 109-113
- Gelbland H (1998): The science and politics of dental amalgam. *Int J Technol Assess Health Care* 14(1), 123-134

- Gottwald B, Kupfer J, Traenckner I, Ganss C, Gieler U (2002): Psychological, allergic, and toxicological aspects of patients with amalgam-related complaints. *Psychother Psychosom* 71(4), 223-232
- Gottwald B, Traenckner I, Kupfer J et al. (2001): "Amalgam disease"-poisoning, allergy, or psychic disorder? *Int J Hyg Environ Health* 204(4), 223-229
- Grandjean P, Guldager BP, Larsen IB, Jorgensen PJ, Holmstrup P (1997): Placebo response in environmental disease. Chelation therapy of patients with symptoms attributed to amalgam fillings. *J Occup Environ Med* 39(8), 707-714
- Halbach S (1994): Amalgam tooth fillings and man's mercury burden. *Hum Exp Toxicol* 13(7), 496-501
- Harhammer R (2001): Zur Risikobewertung des zahnärztlichen Füllungsworkstoffes Amalgam. *Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz* 44, 149-154
- Herr C, Eikmann T (1998): Environmental medicine - interdisciplinary cooperation encouraged. Experience of the Hessen Center for Clinical Environmental Medicine. *Fortschr Med* 116(34), 16-18
- Issa Y, Brunton PA, Glennly AM, Duxbury AJ (2004): Healing of oral lichenoid lesions after replacing amalgam restorations: a systematic review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 98(5), 553-565
- Issa Y, Duxbury AJ, Macfarlane TV, Brunton PA (2005): Oral lichenoid lesions related to dental restorative materials. *Br Dent J* 198(6), 361-366
- Kanerva L, Rantanen T, Aalto-Korte K et al. (2001): A multicenter study of patch test reactions with dental screening series. *Am J Contact Dermat* 12(2), 83-87
- Kato Y, Hayakawa R, Shiraki R, Ozeki K (2003): A case of lichen planus caused by mercury allergy. *Br J Dermatol* 148(6), 1268-1269
- Kazantzis G (2002): Mercury exposure and early effects: an overview. *Med Lav* 93(3), 139-147
- Laeijendecker R, Dekker SK, Burger PM, Mulder PG, Van Joost T, Neumann MH (2004): Oral lichen planus and allergy to dental amalgam restorations. *Arch Dermatol* 140(12), 1434-1438
- Langworth S, Bjorkman L, Elinder CG, Jarup L, Savlin P (2002): Multidisciplinary examination of patients with illness attributed to dental fillings. *J Oral Rehabil.* 29(8): 705-713
- Larkin M (2002): Don't remove amalgam fillings, urges American Dental Association. *Lancet* 360(9330), 393
- Little MC, Watson RE, Pemberton MN, Griffiths CE, Thornhill MH (2001): Activation of oral keratinocytes by mercuric chloride: relevance to dental amalgam-induced oral lichenoid reactions. *Br J Dermatol* 144(5), 1024-1032
- Lobner D, Asrari M (2003): Neurotoxicity of dental amalgam is mediated by zinc. *J Dent Res* 82(3), 243-246
- Lygre GB, Gjerdet NR, Gronningsaeter AG, Bjorkman L (2003): Reporting on adverse reactions to dental materials - intraoral observations at a clinical follow-up. *Community Dent Oral Epidemiol* 31(3), 200-206
- Lygre GB, Gjerdet NR, Bjorkman L (2004): Patients' choice of dental treatment following examination at a specialty unit for adverse reactions to dental materials. *Acta Odontol Scand* 62(5), 258-263
- Lygre GB, Gjerdet NR, Bjorkman L (2005): A follow-up study of patients with subjective symptoms related to dental materials. *Community Dent Oral Epidemiol* 33(3), 227-234
- Mackert JR Jr, Berglund A (1997): Mercury exposure from dental amalgam fillings: absorbed dose and the potential for adverse health effects. *Crit Rev Oral Biol Med.* 8(4), 410-436
- Mandel ID (1991): Amalgam hazards. An assessment of research. *J Am Dent Assoc* 122(8), 62-65
- Mason HJ, Hindell P, Williams NR (2001): Biological monitoring and exposure to mercury. *Occup Med (Lond)* 51(1), 2-11
- von Mayenburg J, Rakoski J, Szliska C (1991): Patch testing with amalgam at various concentrations. *Contact Dermatitis* 24(4), 266-269
- McComb D (1997): Occupational exposure to mercury in dentistry and dentist mortality. *J Can Dent Assoc* 63(5), 372-376
- Mendell MJ (1993): Non-specific symptoms in office workers: A review and summary of the epidemiologic literature. *Indoor Air* 3, 227-236
- Mersch-Sundermann V, Hrsg. (1999): *Umweltmedizin*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart/New York
- Mikatavage MA, Rose VE, Funkhouser E, Oestestad RK, Dillon K, Reynolds KD (1995): Beyond air quality - factors that affect prevalence estimates of sick building syndrome. *Am J Ind Hyg Assoc J* 56(11), 1141-1146
- Mortada WL, Sobh MA, El-Defrawy MM, Farahat SE (2002): Mercury in dental restoration: is there a risk of nephrotoxicity? *J Nephrol* 15(2), 171-176
- Morton J, Mason HJ, Ritchie KA, White M (2004): Comparison of hair, nails and urine for biological monitoring of low level inorganic mercury exposure in dental workers. *Biomarkers* 9(1), 47-55
- Mutter J, Naumann J, Walach H, Daschner F (2005): Amalgam Risk Assessment with coverage of References up to 2005. *Gesundheitswesen* 67, 204-216
- Nasterlack M, Kraus T, Wrbitzky R (2002): Multiple Chemical Sensitivity: Eine Darstellung des wissenschaftlichen Kenntnisstandes aus arbeitsmedizinischer und umweltmedizinischer Sicht. *Dtsch Arztebl* 99(38), A2474-83
- Nerdrum P, Malt UF, Hoglend P et al. (2004): A 7-year prospective quasi-experimental study of the effects of removing dental amalgam in 76 self-referred patients compared with 146 controls. *J Psychosom Res* 57(1), 103-111
- van Noort R, Gjerdet NR, Schedle A, Bjorkman L, Berglund A (2004): An overview of the current status of national reporting systems for adverse reactions to dental materials. *J Dent.* 32(5), 351-358
- Norbäck D, Edling C (1991): Environmental, occupational and personal factors related to the prevalence of sick building syndrome in the general population. *Br J Ind Med* 48, 451-462
- Omura Y, Shimotsuura Y, Fukuoka A, Fukuoka H, Nomoto T (1996): Significant mercury deposits in internal organs following the removal of dental amalgam, & development of pre-cancer on the gingiva and the sides of the tongue and their represented organs as a result of inadvertent exposure to strong curing light (used to solidify synthetic dental filling material) & effective treatment: a clinical case report, along with organ representation areas for each tooth. *Acupunct Electrother Res* 21(2), 133-160
- Osborne JW, Summitt JB, Roberts HW (2002): The use of dental amalgam in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatr Dent* 24(5), 439-447
- Oshima H, Nakamura M, Yasuda K, Yamagishi N, Hatayama T (2004): Stress protein assay for the evaluation of cytotoxicity of dental amalgam. *J Mater Sci Mater Med.* 15(1), 1-5
- Ozbac H, Yaltirik M, Bilgic B, Issever H (2003): Reactions of connective tissue to compomers, composite and amalgam root-end filling materials. *Int Endod J* 36(4), 281-287
- Pleva J (1994): Dental mercury - a public health hazard. *Rev Environ Health* 10(1), 1-27
- Pschyrembel *Klinisches Wörterbuch* 2004, 260. Auflage, de Gruyter Verlag, Berlin

- Ritchie KA, Gilmour WH, Macdonald EB et al. (2002). Health and neuropsychological functioning of dentists exposed to mercury. *Occup Environ Med* 59(5), 287-293
- Ritchie KA, Burke FJ, Gilmour WH et al. (2004): Mercury vapour levels in dental practices and body mercury levels of dentists and controls. *Br Dent J* 197(10), 625-632
- Sandborgh-Englund G, Dahlqvist R, Lindelof B, Soderman E, Jonzon B, Vesterberg O, Larsson KS (1994): DMSA administration to patients with alleged mercury poisoning from dental amalgams: a placebo-controlled study. *J Dent Res* 73(3), 620-8
- Sandborgh-Englund G, Elinder CG, Johanson G, Lind B, Skare I, Ekstrand J (1998): The absorption, blood levels, and excretion of mercury after a single dose of mercury vapor in humans. *Toxicol Appl Pharmacol* 150(1), 146-153
- Sandborgh-Englund G, Elinder CG, Langworth S, Schutz A, Ekstrand J (1998): Mercury in biological fluids after amalgam removal. *J Dent Res* 77(4), 615-624
- Saxe SR, Wekstein MW, Kryscio RJ et al. (1999): Alzheimer's disease, dental amalgam and mercury. *J Am Dent Assoc* 130(2), 191-199
- Schuurs A, Exterkate R, ten Cate JM (2000): Biological mercury measurements before and after administration of a chelator (DMPS) and subjective symptoms allegedly due to amalgam. *Eur J Oral Sci* 108(6), 511-522
- SSO, Schweizerische Zahnärzte-Gesellschaft (2005): [www.sso.ch](http://www.sso.ch) [1.5.2006]
- Scott A, Egner W, Gawkrödger DJ et al. (2004): The national survey of adverse reactions to dental materials in the UK: a preliminary study by the UK Adverse Reactions Reporting Project. *Br Dent J* 196(8), 471-477
- Spencer AJ (2000): Dental amalgam and mercury in dentistry. *Aust Dent J* 45(4), 224-234
- Taskinen H, Kinnunen E, Riihimäki V (1989): A possible case of mercury-related toxicity resulting from the grinding of old amalgam restorations. *Scand J Work Environ Health* 15(4), 302-304
- Thornhill MH, Pemberton MN, Simmons RK, Theaker ED (2003): Amalgam-contact hypersensitivity lesions and oral lichen planus. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 95(3), 291-299
- Torres-Alanis O, Garza-Ocasas L, Bernal MA, Pineyro-Lopez AI (2000): Urinary excretion of trace elements in humans after sodium 2,3-dimercaptopropionate-1-sulfonate challenge test. *J Toxicol Clin Toxicol* 38(7), 697-700
- UBA, Umweltbundesamt (1997): Stoffmonographie Pentachlorphenol. *Bundesgesundhbl* 40(6), 212-22
- UBA, Umweltbundesamt (1999): Stoffmonographie Quecksilber – Referenz- und Human-Biomonitoring – (HBM)-Werte. *Bundesgesundhbl*. 42(6), 522-532
- UBA, Umweltbundesamt (2000): Referenz- und Human-Biomonitoring-(HBM)-Werte; Umweltmedizinischer Informationsdienst 1, 9-12
- UBA, Umweltbundesamt (2002): Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen ("Schimmelpilz-Leitfaden"). [www.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2199.pdf](http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2199.pdf) [1.5.2006]
- UBA, Umweltbundesamt (2005): Neue und aktualisierte Referenzwerte für Schadstoffgehalte in Blut und Urin von Kindern – Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber. *Bundesgesundhbl* 48, 1308-1312
- Vamnes JS, Eide R, Isrenn R, Hol PJ, Gjerdet NR (2000): Diagnostic value of a chelating agent in patients with symptoms allegedly caused by amalgam fillings. *J Dent Res* 79(3), 868-874
- Wahl MJ (2001): Amalgam – resurrection and redemption. Part 2: The medical mythology of anti-amalgam. *Quintessence Int* 32(9), 696-710
- Weiner JA, Nylander M, Berglund F (1990): Does mercury from amalgam restorations constitute a health hazard? *Sci Total Environ* 99(1-2), 1-22
- Windham B (2003): Facts about mercury and dental Amalgam with medical Study References. [www.eatingalive.com/windhamwindhamA.htm](http://www.eatingalive.com/windhamwindhamA.htm) [29.4.2006]
- Wöhrl S, Hemmer W, Focke M, Gotz M, Jarisch R (2003): Patch testing in children, adults, and the elderly: influence of age and sex on sensitization patterns. *Pediatr Dermatol* 20(2), 119-123
- Wolf C, Barth A (2002): Befindlichkeitsstörungen ohne Befund – moderne Syndrome. *Der Internist* 43, 833-839
- Wong L, Freeman S (2003): Oral lichenoid lesions (OLL) and mercury in amalgam fillings. *Contact Dermatitis* 48(2), 74-79
- WHO, World Health Organisation, Hrsg. (1983). Indoor air pollution – Exposure and health effects. *EURO Reports and Studies*, Vol. 78. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe
- WHO, World Health Organization (1991): Inorganic Mercury. *Environmental Health Criteria* 118. World Health Organization, Geneva
- Zimmer H, Ludwig H, Bader M et al. (2002): Determination of mercury in blood, urine and saliva for the biological monitoring of an exposure from amalgam fillings in a group with self-reported adverse health effects. *Int J Hyg Environ Health* 205(3), 205-211