

Krebserzeugendes Arsen in Tierpräparaten

- das gesundheitsgefährdende Potential und der korrekte Umgang mit wissenschaftlich wertvollen Präparaten -

Sonja Pfeil, Wigbert Maraun, Thilo Kerber, Christoph Wimmer

Januar 1997 / Mai 2011

Arsenverbindungen wurden bis weit in die siebziger Jahre als Konservierungsmittel in der Tierpräparation zum Schutz vor Fraßinsekten verwendet. Aufgrund der hohen Stabilität dieser Verbindungen sind die Wirkstoffe auch heute noch an Tierpräparaten und in deren räumlichen Umgebung nachweisbar. Arsen ist anerkanntermaßen krebserregend.

Über die Gefahren, die möglicherweise beim Umgang mit belasteten Tierpräparaten z. B. in Schulen auftreten können, soll im Rahmen dieses Artikels hingewiesen werden und Vorschläge zum korrekten Umgang mit diesen wissenschaftlich und pädagogisch wertvollen Präparaten gemacht werden.

Warum werden bei Tierpräparaten Biozide eingesetzt?

Der Einsatz biozider Wirkstoffe zum Schutz von Naturmaterialien vor Schadinsekten oder Schimmelbefall ist bis heute gängige Praxis. Die Behandlung vor allem von Wollteppichböden gegen Mottenfraß mit Permethrin wird z. B. durch das GUT-Siegel (der Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichböden e.V.) vorgeschrieben.

Gängige Textilausrüstungsmittel stellen und stellten dabei die EULAN- und die MITIN-Produktreihen dar, in denen Verbindungen wie DDT, Lindan, Polychlorierte Sulfonamid-Derivate und viele andere Wirkstoffe in unterschiedlichen Formulierungen enthalten waren (*Lit. 1*).

DDT ist aufgrund seiner Toxizität bereits seit 1974 in der Bundesrepublik verboten. Die Bedenklichkeit verschiedener anderer Wirkstoffe insbesondere des Permethrins und der Polychlorierten Sulfonamid-Derivate wird intensiv diskutiert (*Lit. 2*).

Die Verwendung von PCP zur Lederkonservierung ist auch heute in verschiedenen Ländern noch üblich. In der Bundesrepublik ist die Herstellung und Anwendung dieses Fungizids bereits seit 1989 verboten (*Lit. 4*).

Arsenverbindungen wurden bis etwa Anfang der siebziger Jahre als Konservierungsmittel von Häuten, Fellen und Vogelbälgen verwendet. Dabei können sowohl das insektizid wirkende Arsentrioxid wie auch das als fungizider Wirkstoff bekannte Arsenpentoxid zum Einsatz in Form von Arsenseife gekommen sein (*Lit. 5 + 6*).

Die Verwendung von Arsen in der Tierpräparation kann zumindest im außereuropäischen Ausland heute noch nicht ausgeschlossen werden. Fische und Reptilien werden im Allgemeinen ohne die Verwendung von Arsenseife oder anderer Biozide präpariert.

Besonders ältere Tierpräparate stehen im Verdacht, stark mit diesen krebsauslösenden Substanzen belastet zu sein. Diese Präparate finden sich vor allem in biologischen Schausammlungen in Schulen und Museen. Zu Anschauungszwecken werden die Präparate häufig herumgereicht und angefaßt, so dass vor allem für Kinder, aber auch für Erwachsene bei fahrlässigem Umgang mit diesem Material ein gesundheitliches Risiko bestehen kann.

Das Hessische Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit hat aufgrund der ersten Untersuchungsergebnisse bereits im August 1995 einen Erlaß zum Umgang mit arsenhaltigen Tierpräparaten veröffentlicht (*Lit. 7*).

Was macht den Kontakt mit Arsen so gefährlich?

Arsen und seine Verbindungen sind von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe als eindeutig krebserzeugend eingestuft (Lit. 8).

Von der Weltgesundheitsorganisation wird Lungenkrebs bei Inhalation von anorganischem Arsen als kritischer Effekt angesehen. Ferner tritt vermehrt Hautkrebs auf. Als Mechanismus für die krebserzeugende Wirkung wird eine Hemmung von Reparaturmechanismen am Erbgut (DNA) diskutiert.

Bei chronischer Belastung können Hautveränderungen, gefäß- und durchblutungsbedingte neurologische Schäden, Störungen des Magen-Darm-Traktes, Verdauungsbeschwerden, vermehrte Speichelabsonderung, Krämpfe und Gewichtsverlust, sowie eingeschränkte Blutbildung auftreten (Lit. 9).

Unsere Studie - Probenahme, Aufbereitung, Analytik und Ergebnisse

Ein Gramm Probenmaterial (Federn, Fell, Staub oder Wattebausch) werden mit 20 ml Königswasser 2 Stunden bei 148°C im Aufschlußblock erhitzt. Nach dem Abkühlen wird die Lösung filtriert und mit dreiprozentiger Salpetersäure auf 50 ml aufgefüllt. Die Analyse erfolgt mittels Atomabsorptionsspektroskopie-(AAS)-Hydrid-Technik (Bestimmungsgrenze 2 mg/kg).

Zur Depositionsmessung wird Staub einer definierten Fläche vom Sockel einer Präparates oder von der Fläche unter einem Präparat mit einem mit destilliertem Wasser angefeuchteten Wattebausch aufgenommen und wie oben beschrieben weiter behandelt.

Wohnungsstaub oder auch Staub von Tierpräparaten wird durch Absaugen mit einem herkömmlichen Staubsauger gewonnen, wobei der Staub in einen frischen Staubsaugerbeutel aufgenommen wird. Wohnungsstaub sollte vor der Probenahme ca. eine Woche lang zusammengekommen sein.

Messergebnisse der Tierpräparate - Arsen-Gehalt in Fell und Federn

Insgesamt kamen 27 verschiedene Tierpräparate zur Untersuchung, davon 16 Federtiere, 10 Felktiere und eine Mischprobe von verschiedenen Präparaten.

Das Alter der Präparate war in den meisten Fällen unbekannt, in wenigen Fällen waren die Präparate nach Mitteilung von Lehrern älter als zwanzig bis dreißig Jahre.

Tab. 1: Felktier-Präparate aus verschiedenen Schulen

Felktier-Präparate	Arsengehalt*
Baumarder	2769
Dachs	26
Eichhörnchen	8193
Eisbär	728
Feldhase	3632
Fuchs	677
Löwe	1578
Steinbock	2262
Steinarder	2616
Wolf	9895
Mischprobe	8176

*Angaben in mg/kg Federn / Fell

<: weniger als (Bestimmungsgrenze)

Tab. 2: Federtier-Präparate aus verschiedenen Schulen

Federtier-Präparate	Arsengehalt*
Albatros	7214
Auerhahn	2396
Bussard 1	283
Bussard 2	2683
Eule 1	1101
Eule 2	4191
Fischreiher	397
Hühnerhabicht	1072
Kornweihe	104
Mäusebussard	13
Reiher	15393
Schnee-Eule	1585
Specht	< 14*
Storch	3803
Stockente	12932
Strauß	3763

*Angaben in mg/kg Federn / Fell

<: weniger als (Bestimmungsgrenze - BG)

*: geringere Einwaage

Dekofelle

Tab. 3: Fellproben von Wandbehängen

Fellart	Arsengehalt*
Wildschwein	< 2
Stier	< 2

*Angaben in mg/kg Federn / Fell

<: weniger als (Bestimmungsgrenze)

Staubproben

Arsen-Gehalt im Staub abgesaugter Tierpräparate

Tab. 4: div. Tierpräparat-Proben aus einer Schule

Tierpräparat	Arsengehalt*
Probe 1	107
Probe 2	1321
Probe 3	4650
Probe 4	1249
Probe 5	18
Probe 6	6952

*Angaben in mg/kg Staub, Proben ohne weitere Angaben

Arsen-Gehalt in Staub auf Präparate-Sockeln

Tab. 5: Wisch-/Tupfproben von Tierpräparat-Sockeln

Präparat	Fell/Federn	Wisch- / Tupfprobe
	mg/kg	µg/cm ²
Baummarder	2769	0,20
Storch	3803	0,01
Eule 1	1101	0,12
Bussard	283	0,01

Arsen-Gehalt in Wisch- / Tupfproben v. Fell und Federn

Tab. 6: Wisch- / Tupfproben v. Präparaten aus Schulen

Präparat	Fell/Federn	Wisch-/Tupfprobe
	mg/kg	µg/cm ²
Baummarder	2769	0,16
Storch	3803	0,28
Feldhase	3632	0,58

Arsen-Gehalt in Wohnungsstaub

Tab. 7: Hausstaub-Proben einer Schule / einer Wohnung

Herkunft	Arsengehalt*
abgeschlossener Schaukasten	136
Wohnung**	49 / 100

*Angaben in mg/kg Staub

** Wohnung eines Tierpräparate-Sammlers

Statistische Auswertung

Federtiere *(Messergebnisse bezogen auf Federn)*

n = 16	
Mittelwert:	3559 (mg/kg)
Standardabweichung:	4603 (mg/kg)
Median:	2396 (mg/kg)
Max. Wert	15393 (mg/kg)

Felltiere *(Messergebnisse bezogen auf Fell)*

n = 10	
Mittelwert:	3238 (mg/kg)
Standardabweichung:	3275 (mg/kg)
Median:	2262 (mg/kg)
Max.-Wert	9895 (mg/kg)

abgesaugte Tierpräparate *(Messergebnisse bez. auf Staub)*

n = 6	
Mittelwert:	2414 (mg/kg)
Standardabweichung:	2773 (mg/kg)
Max.-Wert	6952 (mg/kg)

Auswertung der Messergebnisse

In **Tabelle 1** und **2** ist die durchschnittliche Arsenbelastung in Tierpräparaten aufgelistet. Der maximale Wert wurde bei insgesamt 27 Proben mit 15393 mg/kg ermittelt, eine Probe lag unter der Bestimmungsgrenze. Der Mittelwert beträgt bei den Federtier-Präparaten 3559 mg/kg, bei den Felltier-Präparaten 4055 mg/kg (bezogen auf Federn bzw. Fell). Bei Fell- und Federtier-Präparaten kann somit von einer Belastung in ähnlicher Größenordnung ausgegangen werden.

Tabelle 3 zeigt Messergebnisse aus der Untersuchung von Fellen zur Wanddekoration. In den untersuchten Exemplaren konnte keine Belastung mit Arsen festgestellt werden.

Tabelle 4 führt Messergebnisse auf, bei denen der Staub durch Absaugen der Tierpräparate gewonnen worden ist. Es handelt sich dabei aber nicht um die zuvor untersuchten Präparate aus den Tabellen 1 und 2. Der Mittelwert der Staubuntersuchung von 2414 mg/kg Staub zeigt jedoch, dass durch das Absaugen der Präparate ein recht großer Anteil partikelgebundenen Arsens abgegeben werden kann.

Inbesondere bei mechanischer Einwirkung oder Bewegungen der Präparate kann folglich partikelgebundenes Arsen an die Raumluft abgegeben werden und damit zu erhöhten Hausstaub-Belastungen, gegebenenfalls somit auch zu Raumluftbelastungen führen. Dies wird anhand der Messergebnisse der Hausstaub-Untersuchung aus der Wohnung des Sammlers, aus dem Präparate-Schaukasten (**Tabelle 7**) wie auch aus Staubuntersuchungen von Präparate-Sockeln (**Tabelle 5**) deutlich.

Ein Eintrag an partikelgebundenem Arsen ist weiterhin von der Qualität des Präparats abhängig. Präparate, die schneller Fell oder Federn lassen, geben entsprechend mehr Arsen ab, als Präparate, bei denen weniger Partikel von Fell oder Federn abgelöst werden können.

Wischproben von Fell- und Federkleid (**Tabelle 6**) zeigen, dass durch Abstreifen der Präparate ebenfalls Arsen abgegeben werden kann. Wird ein Präparat z. B. mit feuchten Händen berührt, kann dies zu einer Aufnahme von partikelgebundenem Arsen führen. Werden die Hände anschließend nicht gründlich gereinigt, kann eine Aufnahme von Arsenverbindungen - z. B. beim Verzehren eines Pausenbrottes durch Eintrag über die Hände - nicht ausgeschlossen werden.

Wie sind die Arsen-Belastungen zu beurteilen und welche Grenzwerte sind zu beachten?

Grenz- oder Orientierungswerte zur Beurteilung einer Arsenbelastung von Tierpräparaten existieren nicht, deshalb soll für eine Beurteilung zunächst auf Grenzwerte zurückgegriffen werden, die für andere Materialien gelten.

Arsenoxide, ihre Säuren und deren Salze sind nach MAK-Liste als eindeutig krebserzeugend beim Menschen (Gruppe III A 1) eingestuft worden (Lit. 8). Von der Weltgesundheitsorganisation WHO ist Arsen und seine Verbindungen im Rahmen einer IARC-Monographie ebenfalls als krebserzeugend beim Menschen eingestuft worden (Lit. 10).

Als duldbare orale Zufuhr von Arsen wird von der WHO eine Aufnahme von max. 0,015 mg/kg Körpergewicht pro Woche empfohlen. In der Außenluft wird von der TA-Luft ein Grenzwert von 1 mg/m³ vorgeschrieben (Lit. 11), nach LAI-Beurteilungsmaßstäben nur 5 ng/m³ (Lit. 12).

In der Trinkwasserverordnung von 1996 ist ein Grenzwert von 0,01 mg/L festgesetzt (Lit. 13), in der Mineral- und Tafelwasserverordnung ein Gehalt von 0,05 mg/L (Lit. 14).

Diese Grenzwerte besitzen gegenüber einer Arsenbelastung im Innenraum jedoch nur eine geringe Aussagekraft.

Zu einer Beurteilung für die Arsen-Belastung im Innenraum kann in einer ersten Annäherung auf Grenzwerte zurückgegriffen werden, die für die Beurteilung einer Bodenbelastung aufgestellt worden sind. In der *Eikmann-Kloke-Liste zur Beurteilung von kontaminierten Böden* z. B. werden u. a. auch unterschiedliche Nutzungsarten und Schutzgüter berücksichtigt.

Für Arsen im Boden von Kinderspielplätzen wird hier ein **Grenzwert von 20 mg/kg Boden** aufgestellt. Dieser Wert ist identisch mit den Richtwerten I und II des NRW-Kinderspielplatzlerlasses (Lit. 15).

Gemessen an diesen Orientierungswerten ist eine Hausstaub-Belastung mit Arsen von mehr als 20 mg/kg bereits als **äußerst bedenklich** zu bewerten.

Insbesondere in Wohn-Innenräumen (z. B. in Wohnungen von Tierpräparat-Sammlern) sollte eine Arsen-Belastung deutlich niedriger sein, da die Aufenthaltsdauer in Wohnräumen wesentlich länger ist als vergleichsweise auf einem Kinderspielplatz.

Kinder im Krabbelalter sind hier einer ganz besonderen Gefahr ausgesetzt. Von Riehm (Lit. 16) wurden erstmals statistisch abgeleitete Orientierungswerte für eine Schwermetallbelastung im Hausstaub von Wohnräumen aufgestellt. Für Arsen wurde ein Orientierungswert (90. Perzentilwert) von 2,5 mg/kg im Hausstaub abgeleitet. Für die Beurteilung einer Belastung von Hausstaub mit Arsen sollte auf diese Empfehlung zurückgegriffen werden.

Zur Beurteilung der Belastung von Tierpräparaten kann auf Bodengrenzwerte, die unbelasteten von belastetem Boden differenzieren, zurückgegriffen werden.

Nach den Zuordnungswerten der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) wird Boden bei einem Arsen-Gehalt bis 20 mg/kg der Zuordnungsstufe Z 0 (unbelastet) zugewiesen und bei einem Arsen-Gehalt über 150 mg/kg unterliegt ein derartiger Bodenaushub der Deponieverordnung (Lit 17).

An diesen Werten gemessen, würden die meisten der untersuchten Präparate unter die Deponieverordnung fallen.

Zur Beurteilung der Arsenbelastung von Tierpräparaten werden in Anlehnung an o.g. Werte wie auch statistischer Verteilung folgende Orientierungswerte vorgeschlagen:

Gehalt in mg/kg:	Bewertung:
unter 30	unbelastet
bis 100	gering belastet
bis 1000	mittlere Belastung
über 1000	stark belastet

Diese Konzentrationsbereiche wurden durch Abwägung der toxikologischen Bedeutung von Arsen und seinen Verbindungen aufgestellt, wie auch unter Berücksichtigung der bisher erhaltenen Messergebnisse.

Präparate, deren Arsen-Gehalt weniger als 1000 mg/kg beträgt, wurden entweder nur mit einem geringen Wirkstoffanteil konserviert, oder es handelt sich um Sekundärkontaminationen durch nebenstehende hochbelastete Präparate.

Was ist beim Umgang mit Tierpräparaten zu beachten?

Auch wenn man durch die Nachrichten alarmiert möglichst alle Schadstoffe aus der Umgebung von Kindern fernhalten möchte - von einer voreiligen Entsorgung von Tierpräparaten ist dringend abzuraten. Sie stellen ein wissenschaftliches und pädagogisches Anschauungsmaterial von ausgesprochen hohem Wert dar. Verschiedene vom Aussterben bedrohte Tierarten konnten z. B. nur in Form ihrer Präparate für die Nachwelt erhalten bleiben und sind nicht ersetzbar.

Jedoch auch heimische Tierarten, die zur Zeit noch zahlreich in der Natur vorhanden sind, können in wenigen Jahren vom Aussterben bedroht sein. Deshalb sind gerade auch Präparate solcher Tierarten von hohem pädagogischen und wissenschaftlichem Wert.

Darüber hinaus erlaubt ein Tierpräparat die Betrachtung von Schülern und Schülerinnen aus aller nächster Nähe, wie es bei Tieren in der freien Natur oder im Zoo so nicht möglich ist.

Der Umgang mit den Präparaten sollte jedoch nicht so sorglos wie bisher erfolgen. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass partikelgebundenes Arsen durch mechanische Einwirkung oder durch Berühren der Präparate abgegeben werden kann und so z. B. über den Hausstaub auch in der Raumluft verteilt werden kann.

Da eine Imprägnierung von Tierpräparaten gegen Mottenfraß und andere Schadinsekten jedoch in vielen Fällen notwendig ist, in der Regel aber mit gesundheitlich nicht unbedenklichen, bioziden Wirkstoffen (z. B. Permethrin) erfolgt, sollte Hautkontakt grundsätzlich vermieden werden, ebenso wie das Einatmen von möglicherweise belastetem Staub, an dem die Substanzen adsorbiert sein können. Das Alter der Präparate spielt dabei nur eine geringe Rolle, da auch neuere Präparate gegen Fraßinsekten behandelt sind.

Als Vorsorge ist es zu empfehlen, die Tierpräparate von Fell- oder Federtieren grundsätzlich hinter verschlossenen Glasvitrinen abgesichert aufzubewahren. Die staubfreie Aufbewahrung ist auch aus ökologischen Gründen zu empfehlen, um einem erhöhten Eintrag von Arsen in die Umwelt vorzubeugen.

Schauvitrinen oder Schaukästen sind zur Aufbewahrung am Besten geeignet. Dabei können zusätzlich zum Schutz gegen Mottenbefall z. B. für den Menschen völlig unbedenkliche Pheromonfallen in die Vitrine gestellt werden.

Stehen keine dicht abschließenden Glasvitrinen für die Aufbewahrung der Präparate zur Verfügung, kann provisorisch auch eine Kunststoff-Folie verwendet werden, in welche die Präparate gehüllt und verschlossen werden, um sie in Schränken oder Regalen abzustellen.

Werden große Vitrinen begangen, kann eine Staubbelastung durch regelmäßige (feuchte) Reinigungsmaßnahmen gering gehalten werden, so dass das gesundheitliche Risiko beim Begehen reduziert wird. Ansonsten sollte eine große Vitrine nur mit Staubmaske betreten werden.

Für Aservatenkammern gilt die gleiche Vorgehensweise. Große, zugige Türschlitze könnten zur Vermeidung einer erhöhten Staubbelastung von angrenzenden Räumen auch mit einem Streifen Gummi an der Türunterseite verschlossen werden, sofern die angrenzenden Räume nicht regelmäßig feucht gereinigt werden. Reinigungen sollten mit einem feuchten Tuch erfolgen, um Staubaufwirbeln zu vermeiden.

Bei Reinigungsmaßnahmen von Vitrinen und Präparaten sind entsprechende Schutzmaßnahmen zu ergreifen (z. B. Staubmaske, Handschuhe). Durch eine regelmäßige (feuchte) Reinigung kann eine Belastung des Hausstaubes mit Arsen (und anderer Schadstoffe) erfolgreich verringert werden.

Eine Verwendung zu Unterrichtszwecken kann also ohne größere gesundheitliche Bedenken erfolgen, wenn man ein paar Regeln dabei beachtet und umsichtig mit den Präparaten umgeht:

Alle Beteiligten - insbesondere Reinigungspersonal, Lehrer / Lehrerinnen und natürlich auch Schüler / Schülerinnen - sollten rechtzeitig über den korrekten Umgang mit den Präparaten informiert werden.

Die Präparate sollten während des Transports verschlossen bleiben sowie nur unter Aufsicht von fachkundigem Lehrpersonal in einer Schulklasse gezeigt werden.

Beim Anschauungsunterricht von Tierpräparaten ist weiterhin darauf zu achten, den direkten Hautkontakt mit dem präparierten Fell oder dem Federkleid zu vermeiden. Bei Bedarf kann das Präparat z. B. unter dem laufenden Abzug eines naturwissenschaftlichen Klassensaales vorgeführt bzw. bewegt werden.

Sollte es doch zu einem Hautkontakt gekommen sein, direkt im Anschluss gründlich die Hände waschen.

Besondere Hinweise

Akute Vergiftungen mit Arsenverbindungen sind im Zusammenhang mit Tierpräparaten nicht zu erwarten.

Lediglich bei besonders fahrlässigem Umgang, z. B. wenn ein relativ großes Präparat auseinandergenommen und der Staub im Raum aufgewirbelt und intensiv eingeatmet wird, könnten akute Vergiftungen auftreten.

Chronische Belastungen sind nur bei Personen zu erwarten, die regelmäßig Hautkontakt mit belasteten Tierpräparaten haben, oder sich regelmäßig und über einen längeren Zeitraum in Räumen aufhalten, in denen eine hohe Staubbelastung vorhanden ist.

Da Arsenverbindungen krebserregend sind, gilt das Minimierungsgebot: **Möglichst wenig Kontakt mit diesen Verbindungen!**

Nach neueren Forschungsergebnissen können jedoch geringe Schadstoffmengen in Kombination mit anderen Stoffen zu anderen gesundheitlichen Beschwerden führen, die jede Substanz für sich allein nicht verursachen würde (*Lit. 18*).

Besonders sensible Personengruppen wie Kinder, Säuglinge, Schwangere, Allergiker etc. sollten deshalb aus Vorsorgegründen möglichst wenig Kontakt mit diesen Substanzen haben.

Da Arsenverbindungen in erster Linie über den Staub-Pfad verbreitet werden und erst bei direktem Hautkontakt aufgenommen werden, muss von einer Verwendung der Tierpräparate zu Unterrichtszwecken nicht abgeraten werden, sofern unsere Handlungsempfehlungen eingehalten werden.

In Zweifelsfall empfehlen wir, das Gefährdungspotential eines Tierpräparats über eine gesonderte Analyse des Staubes bzw. einer Materialanalyse zu ermitteln und einzustufen.

Für die korrekte Entsorgung von Tierpräparaten gilt darüber hinaus, dass beim zuständigen Umweltamt der ordnungsgemäßen Entsorgungsweg zu erfragen ist.

Eine Entsorgung der Tierpräparate über den Hausmüll verbietet sich von selbst !!!

Literatur:

- 1 Römpp H, *Chemie des Alltags*, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1962
- 2 Obenland H, Maraun W, Kerber Th, Pfeil S, Angles-Angel J, *Eulan WA Neu/Eulan U 33: Wirkstoffe und Vorkommen in Hausstäuben*, *Zeitung für Umweltmedizin*, Heft 1/1998, S. 24 – 29
- 3 ARGUK-Umweltlabor GmbH, *Schadstoffinfo: Eulan – Wollschutzmittel EULAN WA neu und Eulan U 33 – schwer abbaubare (persistente) Stoffe im Innenraum* <http://www.arguk.de/forschung/documents/Eulan.pdf>
- 4 PCP-Verbotsverordnung vom 12.12.1989
- 5 *The Merck Index*, Merck & Co. Inc., Rahway, N.J., USA, 1983
- 6 *Holleman-Wiberg, Lehrbuch der Anorganischen Chemie*, 90. Auflage 1976, Verlag W. deGruyter, Berlin, New-York,
- 7 Erlaß vom 17.08.95 - VII A - 651/220 - 93
- 8 *Deutsche Forschungsgemeinschaft: Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte*, VCH-VerlagsGmbH, Weinheim 1991
- 9 *Handbuch der Umweltmedizin*, Wichmann / Schlipkötter / Fülgraff, Ecomed-Verlag 1996
- 10 IARC (International Agency for Research on Cancer) 1987a, *Overall evaluations of carcinogenicity: An updating of IARC monograph volumes 1-42*. Lyon, France, Suppl. 7
- 11 *Erste Allg. Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissions-Schutzgesetz (Techn. Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA-Luft) vom 27.2.1986*. Gemeins. Min. Bl. 37, 95-144
- 12 LAI (Länderausschuß f. Immissionsschutz) 1991, *Bewertungsmaßstäbe z. Begrenzung des Krebsrisikos durch Luftverunreinigungen*. Ministerium f. Umwelt, Raumordnung & Landwirtschaft d. Landes NW
- 13 *Neufassung der Trinkwasserverordnung Dezember 1990 (BGBl. I S. 2612)*, ber. 23.01.1991 (BGBl. I S. 227) i.F.d. *ZuständigkeitsanpassungsVO vom 26.02.1993 (BGBl. I S. 278)*
- 14 *Verordnung über natürliche Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser vom August 1984 (BGBl. I S. 1036, EWR-Ausführungsgesetz vom 27.04.1993 (BGBl. I S. 512, 527)*
- 15 *Eikman-Kloke-Liste: Grenz- und Richtwerte für Böden und Grundwasser; Praxisratgeber Altlastensanierung*, B. Fischer / P. Köchling, WEKA-Verlag
- 16 *Riehm G: Schwermetalle im Innenraum: Nachweis und Vorkommen in Hausstaub und Materialien*, Wissenschaftsverlag Maraun, Frankfurt/M 1994
- 17 *Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen*, 06.11.1997.
- 18 *Studie der Universität Oldenburg, Meldung der Frankfurter Rundschau vom 09.11.96*