

In dieser Ausgabe finden Sie:

	Seite
Messungen kraftfahrzeugbezogener Luftfremdstoffe in der Außenluft und in Innenräumen	32
Kupfer und frühkindliche Leberzirrhose	36
Organische Schadstoffe in Schulen und Kindergärten	39
Nitrat im Trinkwasser der neuen Länder : Vermeidungsstrategien haben Vorrang.	41
Toxikologie der CKW - Ersatzstoffe	42
"Aktuelle Fragen der Umweltmedizin" Standpunkt zu Standort und Wissensstand einer aufstrebenden Fachdisziplin	48
Veranstaltungshinweise	52

Impressum

Die in namentlich gekennzeichneten Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen!

Herausgeber: Umweltbundesamt - Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene

Redaktion: Abteilung V 1.
Corrensplatz 1
14195 Berlin

Tel: 030 - 8308 27 29
von 8⁰⁰ bis 12⁰⁰

FAX: 030 - 8308 28 30

Messungen kraftfahrzeugbezogener Luftfremdstoffe in der Außenluft und in Innenräumen

Einleitung

Seit 1976 werden in Nordrhein-Westfalen Maßnahmepläne zur Reinhaltung der Luft erstellt [1]. In die Erstellung dieser Luftreinhaltepläne waren von Beginn an Untersuchungen zur Auswirkung von Luftverunreinigungen auf den Menschen, sog. humanmedizinische Wirkungskataster, eingebunden. Diese medizinischen Untersuchungen werden als epidemiologische Querschnitterhebungen in der Bevölkerung ausgewählter Untersuchungsgebiete durchgeführt [2]. Umweltepidemiologische Untersuchungen stehen in der Regel vor einer Reihe von Problemen, die eine kausale Interpretation der Ergebnisse erheblich erschweren. Ein zentrales Problem ist in diesem Zusammenhang u.a. die Expositionserfassung, sowohl hinsichtlich der Substanz als auch der Konzentration. Diesbezüglich von besonderem Interesse ist der Vergleich zwischen Messungen zur Luftbelastung in der Außenluft und in Innenräumen.

Die Konzentrationsverteilung von Luftfremdstoffen des Kraftfahrzeugverkehrs, wie z.B. Stickstoffdioxid (NO_2) oder Benzol, ist im städtischen Bereich räumlich stark differenziert. Die Expositionsabschätzung ist deshalb durch eine grobmaschige Erfassung der Luftverunreinigungen oder durch einfache Ortsvergleiche nicht befriedigend möglich. Kleinräumige Meßnetze sind notwendig, um einerseits einen konkreten, aussagekräftigen Bezug zwischen der individuellen Belastung der Bevölkerung in ihrem direkten Wohnumfeld und ihren Untersuchungsbefunden herstellen zu können. Andererseits dienen solche Meßnetze zur Prüfung bisher eingesetzter Erfassungssysteme zur Expositionsabschätzung, wie z.B. der innerhalb des Wirkungskatasters erhobenen Fragebogenangaben zur Entfernung der Wohnung von einer verkehrsreichen Straße. Eine solide Basis für eine Expositionsabschätzung können letztlich nur Messungen kraftfahrzeugbezogener Luftfremdstoffe selbst liefern.

Messungen

Zielsetzung eines 1991 durchgeführten Meßprogrammes war es, einerseits Verteilungsprofile für Luftfremdstoffkonzentrationen des Kraftfahrzeugverkehrs in verkehrsbelasteten Arealen in einer hohen räumlichen Auflösung, die deutlich feiner als das Quadratkilometerraster ist, zu erfassen und andererseits vergleichend zur Außenluft die Innenraumbelastung in den Wohnungen der an den umweltepidemiologischen Wirkungskatasteruntersuchungen beteiligten Probanden/innen zu messen. Durch den vorgegebenen engen finanziellen Rahmen konnten nur wenige Indikatorsubstanzen unter Verwendung von Passivsammelmethoden gemessen werden. So stehen u.a. für NO_2 und flüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (KW) preiswerte und leicht handhabbare Passivsampler zur Verfügung [3, 4]. Im folgenden werden die Meßergebnisse für NO_2 und Benzol präsentiert. Weitere Substanzen, wie z.B. Toluol und Xylole, wurden auch bestimmt.

Aus der Einbindung dieser Pilotstudie in eine Wirkungskatasteruntersuchung im Ruhrgebiet heraus

und aus der Anforderung, unterschiedlich verkehrsbelastete Areale zu untersuchen, wurden als Untersuchungsareale ein Gebiet im Zentrum der Stadt Essen, als besonders stark belastet, und die ländliche Kreisstadt Borken, als deutlich geringer belastet, ausgewählt. Zur Bestimmung der Außenluftbelastung wurden in den beiden jeweils ca. 2 km² großen Untersuchungsarealen 70 Meßpunkte so installiert, daß sie zwischen 100 bis 200 m voneinander entfernt lagen. An diesen Meßpunkten wurden die Passivsammler - jeweils ein Diffusionsröhrchen zur NO₂ - und eine Aktivkohlekapsel zur KW-Bestimmung - in zylindrischen Meßgehäusen in 2,5 m Höhe an am Straßenrand stehenden Laternenmasten befestigt. Die Bestimmungsmethoden und die zu erwartenden Konzentrationen erforderten für NO₂ eine einwöchige und für die KW eine vierwöchige Expositionsdauer der Passivsammler. Um zu prüfen, ob zeitliche Veränderungen im Konzentrationsniveau auftreten und die Verteilungsprofile über das Jahr hinweg ihre räumliche Struktur verändern, wurden insgesamt 4 Meßphasen, jeweils eine pro Jahreszeit (1. Meßphase: Januar/Februar; 2. Meßphase: April/Mai; 3. Meßphase: Juni/Juli; 4. Meßphase: November/Dezember), durchgeführt. Während einer vierwöchigen Expositionsdauer der KW-Sammler in jeder Meßphase wurden die NO₂-Sammler in der ersten und letzten Woche exponiert. Die Messungen fanden 1991 statt [5].

Zur Abschätzung der Innenraumluftbelastung wurden Messungen in Wohnungen innerhalb der Untersuchungsareale durchgeführt. Die Innenraummessungen fanden gleichzeitig mit den Messungen der Außenluft unter Verwendung derselben Passivsammelmethoden statt. Gemessen wurde pro Untersuchungsareal in ca. 40 Probandenhaushalten der epidemiologischen Studie. In der vierten (Herbst-) Meßphase wurde auf Innenraummessungen verzichtet. Die Wohnungen waren nahezu gleichmäßig über die beiden Untersuchungsareale verteilt. Es wurde berücksichtigt, daß sich möglichst im unmittelbaren Wohnumfeld ein Außenluftmeßpunkt befindet. Gemessen wurde in einem zur Straße exponierten Wohnraum (Wohn-, Schlaf- oder Kinderzimmer).

Ergebnisse

Zur Charakterisierung einer mittleren lokalen Immissionsbelastung in den beiden Untersuchungsarealen wurden je Meßpunkt ein Jahresmittel gebildet und durch eine räumliche Mittelwertbildung für jedes Areal ein Verteilungsprofil berechnet. Für alle gemessenen Luftfremdstoffe ist die Prägung der Profile durch die Kfz-Verkehrsbelastung, vermittelt durch den Verlauf der stark belasteten Straßen, deutlich erkennbar. Es zeigt sich, daß in Bereichen ohne Straßenverkehr, wie z.B. Parks, Friedhöfe, die nur wenige 100 Meter von einer Straße mit hoher Verkehrsdichte entfernt sind, um bis zu 50% niedrigere Luftfremdstoffkonzentrationen gemessen wurden. Die Außenluftbelastung ist in Borken nur etwa halb so hoch wie in Essen. Der Immissionswert zum Schutz vor Gesundheitsgefahren (IW1) für NO₂ nach TA Luft von 80 µg/m³ zur Kennzeichnung einer langfristigen Einwirkung wurde an einigen Essener Verkehrsknoten erreicht. Nahezu durchgängig wurde entlang der Steeler Straße, einer innerstädtischen Hauptverkehrsstraße Essens, der im Entwurf zur 23. Bundes-Immissionsschutzverordnung (23. BImSchV) vorgeschlagene Konzentrationsprüfwert für Benzol von 10 µg/m³ erheblich überschritten.

Die Ergebnisse der Innenraummessungen zeigen eine deutlich geringere Belastung von Wohnräumen mit NO_2 , auch in Fällen ungünstiger Heizverhältnisse (Abbildung 1).

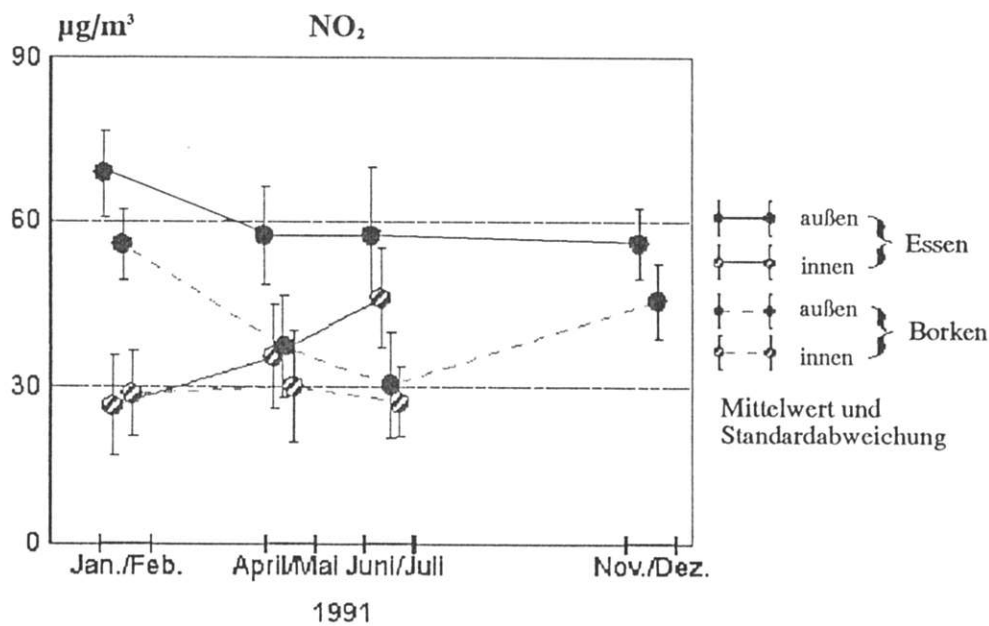


Abb. 1: Mittlerer zeitlicher Verlauf der NO_2 -Konzentrationen in der Außen- und Innenluft in den beiden Untersuchungsarealen in Essen-Zentrum und Borken

Für Benzol trifft dieses nicht zu; die Innenraumluftbelastung liegt etwa in der gleichen Größenordnung wie die der Außenluft (Abbildung 2). In diesem Zusammenhang sei der Tabakrauch als eine wesentliche Benzol-Emissionsquelle für die Innenraumluftbelastung erwähnt.

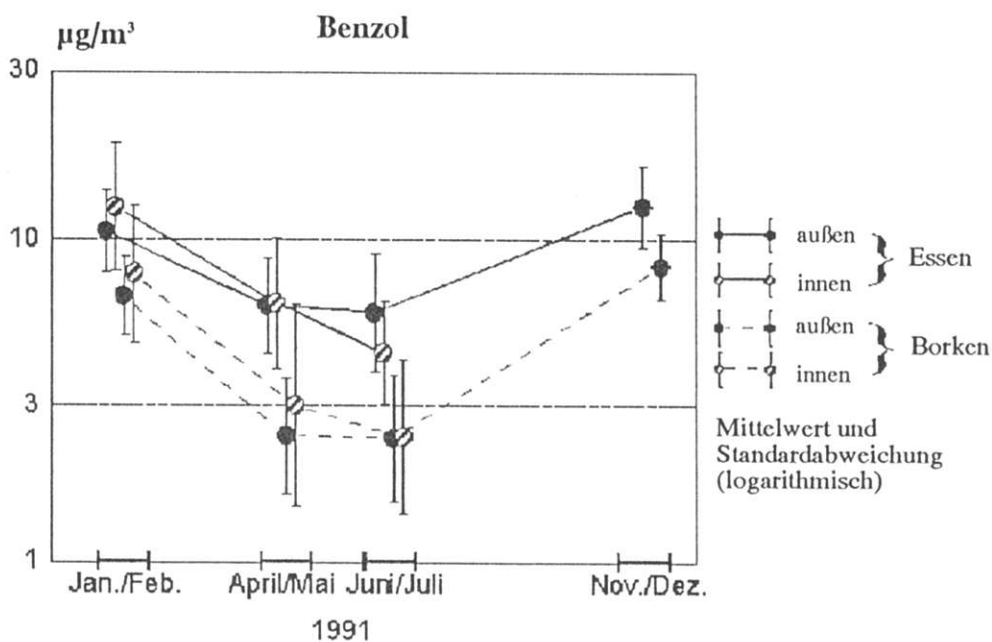


Abb. 2: Mittlerer zeitlicher Verlauf der Benzol-Konzentrationen in der Außen- und Innenluft in den beiden Untersuchungsarealen in Essen-Zentrum und Borken

Eine Korrelationsrechnung für den Zusammenhang zwischen Innen- und Außenluftkonzentration ergibt einen Korrelationskoeffizienten von 0,72. Ein Vergleich der zeitlichen Verläufe in Abbildung 1 läßt deutlich den Einfluß des jahreszeitlich bedingten, unterschiedlichen Lüftungsverhaltens erkennen. Die NO₂-Konzentrationen in den Essener Wohnungen nähern sich im Sommer dem Konzentrationsniveau in der Außenluft. In Borken ist dieser Trend nicht zu beobachten, da hier die Außenluftkonzentrationen während des Sommerhalbjahres abnehmen.

Ein Indiz für den Ursprung der KW-Luftbelastung aus Kfz-Abgasen ist das Konzentrationsverhältnis von Toluol zu Benzol [6], das im Mittel für die Außenluft bei 2,8 mit einer nur geringen Streuung von 8% liegt. Die deutlichen Abweichungen dieses Quotienten im Innenraumbereich zu höheren Werten - im Mittel 10,4 mit einem Maximum von 49,5 - weisen insbesondere für Toluol auf kfz-unabhängige Quellen hin.

Die Studie wurde gefördert durch das Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.

U. Ranft; T. Koch

Med. Inst. für
Umwelthygiene
Düsseldorf

H.-G. Mücke

Inst. f. Wasser-, Boden-
und Lufthygiene
Berlin

Literatur

- [1] Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Luftreinhaltung in Nordrhein-Westfalen - Eine Erfolgsbilanz der Luftreinhalteplanung 1975-1988. Düsseldorf 1989.
- [2] R. Dolgner, U. Krämer (1993): Wirkungskatasteruntersuchungen.
In: H.-E. Wichmann, H.-W. Schlipköter, G. Fülgraff (Hrsg.),
Handbuch der Umweltmedizin, ecomed, Landsberg, 2. Erg. Lfg. 9/93.
- [3] M. Hangartner, P. Burri, C. Huter (1986): Passivsammler für Stickstoffdioxid.
Sozial- und Präventivmedizin 31, S. 239-241.
- [4] B. Seifert (1987): Passive Probenahme bei Luftuntersuchungen.
In: VDI-Berichte. Band 608, Düsseldorf, S. 181-190.
- [5] Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Wirkungskataster zu den Luftreinhalteplänen des Ruhrgebietes 1993.
Düsseldorf 1993.
- [6] Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.):
Die Immissionsbelastung durch Benzol in Nordrhein-Westfalen.
In: LIS-Berichte Nr. 82. Essen 1988.

Kupfer und frühkindliche Leberzirrhose:

ZUSAMMENFASSUNG DES DERZEITIGEN ERKENNTNISSTANDES IM BUNDESGESUNDHEITSAMT (Stand: Mai 1994)

Kupfer gehört zu den essentiellen Spurenelementen. Ein ernährungsbedingter Mangel an Kupfer kann zu schweren Erkrankungen führen. Überhöhte Mengen oral aufgenommener, gelöster Kupfersalze können entweder akute gastrointestinale Störungen (Erbrechen, Schmerzen, Durchfälle) auslösen oder chronisch und nahezu symptomlos zu Leberzirrhosen bis hin zum Tod durch Leberversagen führen.

Die gastrointestinale Erkrankung wird oft fehlgedeutet als infektiöse Gastritis oder Enteritis, als Nahrungsmittel-Unverträglichkeit oder als allergische Reaktion. Die Lebererkrankung dagegen entsteht erst infolge einer ein- bis mehrmonatigen Exposition gegenüber Kupfer und wurde in der Vergangenheit fast immer zu spät erkannt bzw. ebenfalls falsch diagnostiziert.

Gefährdet durch die chronische Kupfer-Intoxikation sind nicht nur die Träger der erblichen WILSON-Krankheit, sondern auch nicht-gestillte Säuglinge, deren Flaschenmilch mit saurem (aggressivem) Wasser zubereitet wird, das aus einer kupfernen Hausinstallation entnommen wurde oder in Heißwasserbereitern aus Kupfer stagniert hatte. Die besondere Gefährdung von Säuglingen ergibt sich aus dem sehr hohen perinatalen Kupfergehalt der Leber des Neugeborenen und ihrem im 1. Lebenshalbjahr nur unzureichend entwickelten Vermögen, physiologisch überhöhte Kupferzufuhren in unschädliche Bereiche abzuf puffern.

In Zusammenarbeit mit dem BGA wurden von der Universitäts-Kinderklinik München (Prof. Dr. R. Eife) über 300 Verdachtsfälle frühkindlicher Kupfer-Exposition in Deutschland anhand von Klinik-Akten und aktueller Krankengeschichten gesichtet. Für 14 Todesfälle durch Leberversagen und 10 frühkindliche Leberzirrhosen (davon 6 schwere und 4 leichte) in den Jahren 1980-1992 konnte eine frühkindliche Kupfer-Exposition nachgewiesen oder wenigstens wahrscheinlich gemacht werden. In allen Fällen war das für die Zubereitung der Säuglingsnahrung verwendete Wasser stark sauer gewesen, hatte also nicht den Vorschriften der Trinkwasserverordnung entsprochen, und war mit kupfernem Installationsmaterial (Leitungen, Boiler) intensiv in Berührung gekommen.

In den wenigen Fällen, wo die nachträgliche Ermittlung einzelner expositionsrelevanter Kupferkonzentrationen noch zuverlässig möglich war, konnte auf durchschnittliche Konzentrationen von mehreren mg Kupfer bis zu über 10 mg Kupfer pro Liter rückgeschlossen werden. Dem steht ein gesundheitlich begründbarer Richtwert unter durchschnittlichen Entnahmebedingungen in Höhe von 1,5 mg/l Cu gegenüber. Durch Beachtung des technischen Regelwerkes (DIN 50930) gemäß den Vorschriften der Trinkwasserverordnung läßt sich dieser

Wert sicher einhalten. Gemäß BGA-Empfehlung sollte Stagnationswasser aber nicht zur Zubereitung von Säuglingsnahrung verwendet werden.

Die bisher gewonnenen Erkenntnisse haben bereits Eingang in mehrere Presse-Erklärungen des BGA, die Begründung des künftigen gesundheitlichen Leitwerts der WHO für Kupfer im Trinkwasser und in eine "BGA-Empfehlung bei Abweichungen des pH-Wertes von den Vorschriften der Trinkwasserverordnung" gefunden. Weitere Erkrankungen und Risikogruppen, aber auch andere Ursachen neben Kupfer können aufgrund des empirisch-kasuistischen Charakters der bis jetzt verfügbaren Daten nach wie vor nicht ausgeschlossen werden.

Eine soeben fertiggestellte Übersicht von Schimmelpfennig und Dieter zu dieser Problematik unter besonderer Berücksichtigung der Differentialdiagnose frühkindlicher Leberzirrhosen einschließlich der kupferinduzierten bzw. -assoziierten Formen führt zu Schlußfolgerungen

- **aus klinischer Sicht:**

Frühkindliche Leberzirrhosen sind seltene Erkrankungen.

Bei frühkindlichen Leberzirrhosen sollte zuerst an die typischen bzw. häufigsten Ursachen gedacht werden (Virusinfektionen, angeborene Gallenwegs- und Stoffwechselanomalien).

Vor der Diagnose einer kupferbedingten frühkindlichen Leberzirrhose sind folglich Leber- und Stoffwechselerkrankungen mit Ausgang in Zirrhose auszuschließen.

Es wird empfohlen, beim Vorliegen einer frühkindlichen Zirrhose Daten über den Kupfergehalt des konsumierten Wassers einzuholen.

- **aus umweltmedizinischer Sicht:**

Nicht gestillte Säuglinge sind gefährdet, wenn ihre Nahrung regelmäßig mit Leitungswasser zubereitet wird, dessen Kupfergehalt nach 12 Stunden Stagnation häufig oder dauernd über dem Richtwert der Trinkwasserverordnung von 3 mg/l liegt.

Eine derartige Richtwert-Überschreitung kann entstehen, wenn saures Brunnenwasser (pH < 6,5) durch Kupferinstallationen geleitet wird.

Befinden sich Säuglinge in einem Haushalt mit Eigenwasserversorgung (Hausbrunnen) und/oder (insbesondere neuen) Kupferinstallationen, sollte das zuständige Gesundheitsamt vorsorglich zu Rate gezogen werden.

Das Institut für Wasser-, Boden-, Lufthygiene und mit ihm zusammenarbeitende wissenschaftliche Institute im In- und Ausland bemühen sich weiterhin um die Erlangung von Forschungsmitteln für die Durchführung systematischer Untersuchungen zu Epidemiologie und Biochemie dieser schweren, vermutlich aber seltenen Erkrankung.

Zusammenfassende wissenschaftliche Publikationen:

Dieter, H.H.:

Biochemische Essentialität und Toxikologie von Kupfer.
Öff. Gesundh.Wes. 51 (1989) 222-227

Dieter, H.H.; Meyer, E. und R. Möller:

Kupfer - Vorkommen, Bedeutung, Nachweis,
in: Die Trinkwasserverordnung. Einführung und Erläuterungen für Wasserversorgungsunternehmen und Überwachungsbehörden (Aurand K, et al., Hrsg),
Erich Schmidt Verlag Berlin, 3. Auflage 1991, Seiten 472-491

Eife, R.; Reiter, K.; Sigmund, B.; Schramel, P.; Dieter, H.H. und J. Müller-Höcker:

Die frühkindliche Leberzirrhose als Folge der chronischen Kupferintoxikation.
Bundesgesundh.bl. 34 (1991) 7: 327-329

Eife, R.; Reiter, K.; Sigmund, B.; Schramel, P.; Dieter, H.H. und J. Müller-Höcker:

Die chronische Kupfer-Vergiftung über das Trinkwasser,
in: Ökopädiatrie: 1. Münchner Ökopädiatrie-Seminar (Böse, S, und EH Krüger, Hrsg),
Umwelt und Gesundheit e.V., 1993 (ISBN 3-925499-71-7)

Schimmelpfennig, W. und H.H. Dieter:

Frühkindliche Leberzirrhosen und Kupfergehalt des Leitungswassers.
Wissenschaft und Umwelt (im Druck)

World Health Organization:

Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd edition (1993).
Vol 2: Health Criteria and other Supporting Information - Copper.
WHO, Geneva, 1994 (in press)

Publikationen des Bundesgesundheitsamtes

presse-dienste 09/88, 14/90 und 23/93 (zu beziehen über die bga-Presseabteilung)

Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes bei Abweichungen des pH-Wertes von den
Vorschriften der Trinkwasserverordnung.

Bundesgesundh.bl. 37 (1994) 4: 177-181

Schimmelpfennig, W. und H.H. Dieter
Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene

Organische Schadstoffe in Schulen und Kindergärten

Wegen der Bedeutung der guten Innenraumluftqualität für die Umwelthygiene ist Mitte 1990 in Schleswig-Holstein mit einem landesweiten Untersuchungsprogramm zur Feststellung von Raumluftschadstoffen in öffentlichen Gebäuden, vorwiegend Schulen und Kindergärten, begonnen worden.

Durch das Meßprogramm wurden leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe, Aromaten, Pestizide und semivolatile Substanzen, wie die polychlorierten Biphenyle (PCB), erfaßt.

Durch einen Fragebogen und ein Meßprotokoll wurden Grunddaten zu dem Gebäude, dem betreffenden Raum und den Meßbedingungen ermittelt. Die Messungen wurden bei üblichen Zimmertemperaturen zwischen 18 - 24 °C und Raumluftfeuchten von 30 - 70 % unter realistischen "worst-case"-Bedingungen durchgeführt, d.h. mehrere Stunden vor und während der Messung wurden die Fenster und Türen geschlossen, eine Nutzung der Räume fand nicht statt. Die Dauer der aktiven Probenahme betrug 4 - 6 Stunden.

In die vorliegende Auswertung der Studie (Tabelle 1) wurden nur Räumlichkeiten ohne bekannte und offensichtliche Belastungen aufgenommen (unbelastete Räume, d.h. Ausschluß von Werk-/Kunsträumen und von bekannten Problemfällen durch Kondensatorleckagen und Thiokoldichtungsmassen).

Zusammengefaßt werden in der Tabelle Raumluftmessungen von 60 Gebäuden mit Meßergebnissen für die jeweiligen Substanzen in bis zu 394 Räumen.

Bisher liegt mit dem Umweltsurvey des BGA nur eine vergleichbare Untersuchung von 1987 vor, die Häufigkeitsverteilungen für Innenraumluftkonzentrationen - allerdings für Wohnräume - in der Bundesrepublik aufführt und die zur Bildung von Referenzwerten herangezogen werden kann.

Diesen BGA-Werten (Probenahme mittels Passivsammler) werden in der Tabelle die jetzt ermittelten Daten gegenübergestellt. Das Verhältnis der 95-Perzentile der beiden Untersuchungen wird als Hinweis auf Unterschiede in der Zusammensetzung der Raumluft aufgeführt. Das 95-Perzentil der Häufigkeitsverteilung wird vereinbarungsgemäß als Referenzwert bezeichnet. Dieser Referenzwert stellt eine deskriptive Beurteilung dar und erlaubt die Identifikation höher belasteter Räume, ohne dabei eine gesundheitliche (toxikologische) Bewertung zu beinhalten. Aus dem Vergleich der in der vorliegenden Untersuchung (1990-1993) ermittelten statistischen Kenndaten (Median und 95-Perzentil) mit den seinerzeit (1985-1986) vom BGA gemessenen Werten (WaBoLu-Hefte 4/1991) ist anhand der Quotientenbildung ersichtlich, daß für fast alle untersuchten Substanzen die **mittleren Belastungen in Schulen und Kindergärten niedriger liegen**.

Die Unterschiede sind mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Verschiedenartigkeit der Bedingungen in Wohnräumen einerseits und Schulen/Kindergärten andererseits zurückzuführen. Sie sollten weder als Beleg für meßtechnische Unsicherheiten noch als Hinweis auf einen zeitlichen Trend gewertet werden.

Tab. 1: Mittlere Belastung und Referenzwerte (95-Perzentil) von flüchtigen organischen Innenraumluftverunreinigungen in Schulen und Kindergärten Schleswig-Holsteins

VOC	UfU-Median	BGA-Median	UfU-95 Perzentil	BGA-95 Perzentil	UfU/BGA Mediane	UfU/BGA 95-Perz.
Alkane n=395	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³		
n-Heptan	0,9	5,1	7,0	26,0	0,2	0,3
n-Octan	0,7	3,1	6,0	15,0	0,2	0,4
n-Nonan	1,0	5,0	25,0	31,0	0,1	0,8
n-Decan	2,2	8,3	44,0	52,0	0,1	0,8
n-Undecan	2,3	6,0	31,0	28,0	0,4	1,1
n-Dodecan	1,2	4,0	11,0	17,0	0,3	0,6
Isooctan	0,05	3,3	2,0	19,0	0,02	0,1
Cyclohexan	1,0	5,9	10,0	18,0	0,2	0,6
Aromaten n=395						
Benzol	1,5	7,2	5,0	22,0	0,2	0,3
Toluol	8,8	62,0	95,0	190,0	0,1	0,5
o-Xylol	1,9	5,0	22,0	18,0	0,4	1,2
m, p-Xylol	4,5	16,3	68,0	57,0	0,3	1,2
Styrol	0,6	0,7	12,0	6,0	0,9	2,0
Ethylbenzol	1,7	7,4	21,0	25,0	0,2	0,8
n-Propylbenzol*	0,7	3,5	7,0	13,0	0,2	0,5
Ethyltoluol, 3-/ 4-	0,2	5,8	10,0	24,0	0,1	0,4
Trimethylbenzol, 1,3,5-	0,5	2,3	10,0	11,0	0,2	1,0
Trimethylbenzol, 1,2,3-	0,5	2,4	14,0	9,0	0,2	1,5
Trimethylbenzol, 1,2,4-	2,0	6,3	9,0	27,0	0,3	0,3
Tetramethylbenzol, 1,2,3,4-	0,3	-	5,0	-	-	-
sonstige n=394						
Etylacetat	1,3	6,2	22,0	28,0	0,3	0,8
Naphthalin	0,6	2,2	2,0	5,0	0,3	0,4
Chlornaphthalin, Mono-	0,05	-	1,0	-	-	-
Limonen	5,0	13,2	66,0	103,0	0,3	0,6
α-Pinen	4,5	6,8	56,0	27,0	0,6	2,1
LCKW n=395						
Chloroform	0,2	-	1,0	-	-	-
Trichlorethan, 1,1,1-	1,4	4,7	13,0	26,0	0,3	0,6
Tetrachlormethan	0,5	-	1,3	-	-	-
Trichlorethen	0,05	3,6	2,0	20,0	0,1	0,1
Tetrachlorethen	0,3	4,5	3,0	27,0	0,1	0,1
Lindan, PCB n=115						
γ-HCH	2,5	-	61,0	-	-	-
Σ PCB 4 **	2,0	-	36,0	-	-	-
Σ PCB 6 ***	3,0	-	37,0	-	-	-

* BGA: n- + iso-Propylbenzol

** Σ PCB 28, 52, 101, 138 ohne Faktor

*** Σ PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180 ohne Faktor

Der vollständige Text wird veröffentlicht: KRdL im VDI und DIN (Hrsg.)

VDI-Bericht 1122

Luftverunreinigung im Innenräumen; VDI-Verlag

B. Heinzow /UfU Kiel

Nitrat im Trinkwasser der neuen Länder: Vermeidungsstrategien haben Vorrang.

Bericht über die Tagung "Nitrat im Trinkwasser" am 18.04.94 in Berlin

Am 1.10.1995 tritt in den neuen Bundesländern der in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) festgelegte Grenzwert von 50 mg/l Nitrat im Trinkwasser in Kraft. Nach Kenntnis der Fachkommission Soforthilfe Trinkwasser sind zur Zeit noch 490 Gemeinden mit etwa 1,3 Millionen Einwohnern von erhöhten Nitratwerten betroffen, sowie zahlreiche Hausbrunnen. Nitrat ist örtlich bei kleineren Wasserwerken von Bedeutung, insbesondere in Gebieten mit Kluftgesteinen, wenn der Nitratüberschuß des Bodens über den oberen Grundwasserleiter leicht in tiefere Schichten vordringen kann. Dies trifft insbesondere für Thüringen und Sachsen zu.

Da es infolge landwirtschaftlicher Tätigkeit häufig zu einer Überschreitung dieses Grenzwertes kommt, besteht ein Zielkonflikt dahingehend, ob die Wasserwerke Aufbereitungsanlagen zur Einhaltung des Nitratgrenzwertes betreiben müssen oder ob es gelingen kann, durch Vermeidungsstrategien im Rahmen eines aktiven Gewässerschutzes und durch Kooperationsverträge der Wasserwerke mit der Landwirtschaft den Nitratgrenzwert im Trinkwasser sicher einzuhalten.

Der Bundesminister für Gesundheit stellt der Fachkommission Soforthilfe Trinkwasser Mittel zur Verfügung, um in Seminaren und Tagungen zu einer Lösung dieses Zielkonfliktes beizutragen.

So fand am 1.12.1993 in Potsdam eine Tagung mit dem Thema "Landwirtschaft und Gewässerschutz in Brandenburg" in Zusammenarbeit zwischen der Landesregierung und der Fachkommission mit etwa 100 Teilnehmern aus Wasserwerken, Landwirtschaftskammern und Gesundheitsämtern Brandenburgs statt.

Eine weitere Tagung wurde im Auftrag der Fachkommission mit dem Thema "Nitrat im Trinkwasser" am 18.04.1994 in Berlin abgehalten. Von den 180 Teilnehmern kamen 160 Teilnehmer aus den Gesundheitsämtern, Landesbehörden und Wasserwerken der neuen Länder. Dies zeigt das hohe Interesse der neuen Länder an der Lösung des Nitratproblems.

Folgende Themen wurden ausführlich diskutiert:

- > Übersicht über die Belastung des Trinkwassers mit Nitrat
- > Toxikologische Bewertung im Hinblick auf Grenzwertüberschreitungen
- > Möglichkeiten der Entfernung von Nitrat durch Wasseraufbereitung
- > Möglichkeiten der Vermeidung der Nitratbelastung des Wassers durch Kooperation der Wasserversorgung mit der Landwirtschaft und durch aktiven Gewässerschutz
- > Vorgehen der Gesundheitsämter zur Sicherung der Wasserversorgung bei Grenzwertüberschreitungen

Insgesamt konnte auf den Tagungen am 1.12.1993 und am 18.04.94 nachgewiesen werden, daß durch Kooperation anstelle von Konfrontation wirksame Vermeidungsstrategien zur Einhaltung des Grenzwertes für Nitrat im Trinkwasser möglich sind. Die technisch ausgereiften Verfahren zur Entfernung von Nitrat aus dem Wasser bei der Aufbereitung zu Trinkwasser stellen allenfalls

Zwischenlösungen dar, die keinesfalls die Vermeidungsstrategien durch aktiven Gewässerschutz und durch Kooperationen der Wasserversorgung mit der Landwirtschaft ersetzen oder beeinträchtigen dürfen.

Kooperation und aktiver Gewässerschutz werden die Schwerpunkte einer weiteren Veranstaltung am 20.09.1994 in Dresden mit dem Thema "Zusammenarbeit der Wasserversorgung mit der Landwirtschaft zum Schutz des Trinkwassers" sein. Unter Beteiligung der Kommission der Europäischen Gemeinschaft werden an Fallbeispielen aus den alten und neuen Bundesländern bisherige Erfolge der Vermeidungsstrategien zum Schutz des Trinkwassers diskutiert.

Sekretariat der Fachkommission Soforthilfe Trinkwasser

Toxikologie der CKW - Ersatzstoffe

1. Einführung

Das Verbot der Verwendung von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (1) und die Novellierung der 2. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (2) hat eine intensive Suche nach CKW-Ersatzstoffen sowohl für die Behandlung von Oberflächen als auch zur Reinigung von Textilien initiiert.

Auch das Bundesgesundheitsamt ist - unter Berufung auf das Chemikaliengesetz (3) in seiner Neufassung vom 14. März 1990 - der Meinung, daß Stoffe mit einem besonderen Gefährdungspotential, zu denen ohne Zweifel die Chlorkohlenwasserstoffe gehören, wo immer möglich durch weniger gefährliche Stoffe ersetzt werden sollen. Im novellierten Chemikaliengesetz ist in §1 festgeschrieben: "Zweck dieses Gesetzes ist es, den Menschen und die Umwelt vor schädigenden Einwirkungen gefährlicher Stoffe und Zubereitungen zu schützen, insbesondere sie erkennbar zu machen, sie abzuwenden und ihrem Entstehen vorzubeugen". Dies schließt selbstverständlich auch ein, daß für technisch erprobte Alternativen vor ihrer Markteinführung eine Empfehlung erst dann ausgesprochen werden kann, wenn auch ihr gesundheitliches Gefährdungspotential unter Berücksichtigung möglicher Expositionen abgeschätzt werden kann. (4)

Im folgenden soll der Versuch einer gesundheitlichen Bewertung der CKW-Ersatzstoffe durchgeführt werden.

2. Ersatzstoffe und Zubereitungen

Wie den Stellungnahmen der Sachverständigen zu dem Fragen-Katalog für die öffentliche Anhörung der Enquête-Kommission "Schutz der Menschen und der Umwelt" am 3. und 4. Juni 1993 zum Thema "Chlorchemie" zu entnehmen ist, werden Substanzen wie Kohlenwasserstoffe mit einer Kettenlänge von C9 - C12 (linear, cyclisch und verzweigt), sauerstoffhaltige Kohlenwasserstoffe wie Alkohole, Ketone, Hydroxyether und wässrige Systeme derzeit als Ersatzstoffe für Tetrachlorethen, Trichlorethen oder Dichlormethan in Anlagen zur Oberflächenbehandlung oder zur Chemischreinigung eingesetzt, oder befinden sich dort in der Erprobung. Die aufgeführten Alternativsubstanzen gehören alle zu den Altstoffen im Sinne des Chemikaliengesetzes, für die ausreichendes toxikologisches Datenmaterial häufig nicht vorliegt. Die Abschätzung eines gesundheitlichen Gefährdungspotentials ist somit oft schwierig.

2.1. Wässrige Systeme

Es wird ein breites Spektrum an wässrigen Systemen zur Behandlung von Oberflächen angeboten (5). Aufgrund ihres unterschiedlichen pH-Wertes lassen sich jedoch 3 Grundtypen unterscheiden:

- ☞ alkalische Reiniger mit pH-Werten größer als 8 enthalten Alkalihydroxide und anorganische Salze als Gerüststoffe neben oberflächenaktiven Substanzen,
- ☞ Neutralreiniger mit pH-Werten zwischen 7,5 und 10 setzen sich aus Tensiden, organischen Basen und deren Fettsäureumsetzprodukten neben Lösevermittlern, Komplexbildnern und Korrosionsschutzmitteln zusammen, während
- ☞ saure Reiniger mit pH-Werten zwischen 3,5 und 5,5 aus Alkalidihydrogenphosphaten sowie Tensiden und Aktivatoren bestehen.

Die wässrigen Systeme wirken häufig im Gegensatz zu den CKW ätzend und reizend auf Haut und Schleimhäute; dem muß mit entsprechenden Arbeitsschutzmaßnahmen Rechnung getragen werden. Aufgrund ihrer physikalisch - chemischen Eigenschaften ist mit einem Übertritt in die Luft auch im Umfeld der Anlagen nicht zu rechnen. Der Einsatz dieser Systeme ist wasser- und teilweise energieintensiv. Bezüglich einer Umweltgefährdung muß die Aufmerksamkeit in erster Linie auf Abwasser und Klärschlamm gerichtet werden; Maßnahmen zur Verringerung des Eintrags von Metallen, Tensiden und Phosphaten in die Umwelt sind gefordert. Da Recycliermöglichkeiten bisher gering sind, müssen die Möglichkeiten einer Kreislaufführung der Reinigungsbäder geprüft werden. Wässrige Systeme eignen sich nicht als Ersatzstoffe in Chemischreinigungsanlagen, da dort nur nichtwaschbares Kleidergut gesäubert werden sollte.

2.2. Nichthalogenierte Lösemittel

2.2.1. Aromatenarme Kohlenwasserstoffe mit einer Kettenlänge von C9 - C12 (KWL)

2.2.1.1. Allgemeine Wirkungen

Unter den chlorfreien organischen Alternativlösemitteln richtet sich das Interesse, besonders was die Textilreinigung anbetrifft, auf aromatenarme aliphatische Gemische mit einer Kettenlänge von 9-12 Kohlenstoffatomen (Nonan, Decan etc.) bzw. auf definierte Einzelverbindungen dieser Stoffklasse.

Bei Verwendung der KWL besteht Explosionsgefahr, es müssen entsprechende Sicherheitsmaßnahmen berücksichtigt werden (5).

Da die Reinigungswirkung der KWL ungünstiger als die der CKW ist, werden häufig Hilfsstoffe, wie z.B. Lösungsvermittler, Reinigungsverstärker oder Entschäumer zugesetzt (5). Neben den

technischen können durch diese Zusätze auch die gesundheitsrelevanten Eigenschaften deutlich verändert werden. So zeigte stabilisiertes Tetrachlorethen mutagene Eigenschaften, während das reine Lösemittel in den vor 1989 durchgeführten Versuchsansätzen keine genotoxischen Eigenschaften aufwies (6).

Da toxikologische Daten zu den unterschiedlichen Paraffingemischen kaum vorliegen (14), wird im folgenden meist auf die vorliegenden Berichte zu den Einzelstoffen zurückgegriffen. Bei der akuten Vergiftung steht die Aufnahme von Dämpfen über die Lunge im Vordergrund, beginnend mit Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit, höhere Dosen führen zu präkurtischen und kurtischen Symptomen wie Erregungszuständen und Bewußtseinsstörungen, ein noch weiteres Ansteigen der Konzentration in der Atemluft führt zu Bewußtlosigkeit und Atemstillstand.

Die akute Toxizität, d. h. die Toxizität nach einmaliger Gabe, ist gering. Für unterschiedliche Gemische werden LD₅₀-Werte (Dosis, nach deren Aufnahme 50 % der Versuchstiere sterben) von zum Teil weit über 2000 mg/kg angegeben (7).

Für n-Nonan wird eine Konzentration in der Luft, bei der 50 % der Tiere sterben (LC₅₀), von 3200 ppm bei einer Expositionszeit von 4 Std. angegeben, während für das Isomer 2,2,5-Trimethylhexan eine niedrigste toxische Luftkonzentration von größer 4000 ppm dokumentiert ist (12). Für Decan liegt bei 2stündiger Belastungszeit die LC₅₀ bei 1400 ppm, während für Undecan eine LD₅₀ von größer 5000 mg/kg dokumentiert ist. Für Dodecan liegen keine verwertbaren Daten zur akuten Toxizität vor (8,9,10). Nach den Kriterien der Gefahrstoffverordnung sind somit diese Substanzen als ungiftig einzustufen (11). Geruchlich wahrgenommen werden n-Decan und n-Undecan ab 11,3 mg/m³ bzw 23,0 mg/m³ (9).

Eine Aufnahme der Substanzen in den Körper kann oral, über die Atemwege oder wohl auch über die Haut erfolgen (9). Nach der Aufnahme erfolgt eine Verteilung der Substanzen über die Blutbahn, ein Abbau erfolgt vor allem in der Leber. n-Decan und n-Undecan werden mittels microsomal Cytochrom P450-abhängiger Enzyme zu n-Decanol bzw. n-Undecanol oxidiert. Wahrscheinlich erfolgt dann ein weiterer oxidativer Abbau über Decan- bzw. Undecansäure zum Endprodukt CO₂. In welcher Form die aufgenommenen Alkane aber vor allem ausgeschieden werden, ist allerdings unklar (9).

Für n-Decan sind hautirritierende Wirkungen beschrieben, z.B. wurden nach der Applikation von 0,2 ml auf ein beschriebenes Hautareal am 1. und 2. Tag Blutungen und ein Erythem beobachtet; erst nach 14 Tagen erschien die Haut wieder unauffällig (9).

Mittel- und langkettige Alkane (C9 und mehr) wirken in hohen Dosen toxisch auf die Nieren, wobei eine höhere Empfindlichkeit männlicher Ratten gegenüber anderen Versuchstieren beschrieben wird (8,9). Auch aus Beobachtungen am Arbeitsplatz ist die mit zunehmender Kettenlänge steigende nierenschädigende Wirkung der Alkane bekannt. Aufgrund des Fehlens verlässlicher Daten über Luftkonzentrationen am Arbeitsplatz sind Dosis-Wirkungskurven nicht ableitbar.

Bezüglich lebertoxischer Wirkungen liegen keine Daten vor (9). Wirkungen auf die Lunge verstärken sich in ihrer Intensität mit steigender Kettenlänge der Alkane, allerdings wurden in diesen Versuchen stets hohe Expositionen (nahe der Kondensationskonzentration) eingesetzt. In den wenigen vorliegenden Berichten werden als Wirkungen Blutungen, Entzündungen und Nekrosen im Lungengewebe beschrieben. KWL-Lösemittel, die beim Verschlucken oder nachfolgendem Erbrechen in die Lunge gelangen, können zu einem Lungenödem oder einer Lungenentzündung führen (8,9,10).

Aufgrund ihrer lipophilen Eigenschaften haben die Paraffine kurtische Wirkungen unterschiedlicher Ausprägung (s.o.). Es wird angenommen, daß die kurtischen Wirkungen von z.B. n-Decan ähnlich aber schwächer ausgeprägt sind, wie die von Hexan oder Octan (8).

Aus Untersuchungen an Ratten (8), die 6 Std. pro Woche an 5 Tagen in der Woche über 13 Wochen

gegenüber n-Nonan exponiert waren, wurde eine höchste Dosis ohne beobachtbare Wirkungen im Bereich von 1,9 - 3,2 g/m³ (ca. 380 - 600 ppm) abgeleitet. Bei Expositionen gegenüber 8,1 g/m³ (ca. 1500 ppm) wurden leichte zentralnervöse Störungen neben Augenirritationen beobachtet.

Bezüglich sensibilisierender oder allergisierender Wirkungen auf die Haut oder den Atemtrakt liegen keine Daten vor (9).

2.2.1.2. Mutagenität, Cancerogenität, Teratogenität

n-Nonan zeigte im Ames-Test keine mutagenen Eigenschaften, während für n-Decan die Ergebnisse aus in-vitro Experimenten an Salmonella typhimurium und chinesischen Hamsterzellen als negativ bzw. nicht auswertbar beschrieben werden (9,14). n-Decan und n-Dodecan erhöhten die mutagene Wirkung bekannter kanzerogener Substanzen in den genannten Testsystemen, während n-Undecan bisher nicht auf mutagene Eigenschaften getestet wurde (9).

Kanzerogene Wirkungen der genannten Substanzen sind nicht beschrieben. In einer Untersuchung zur krebserzeugenden und krebserstärkenden Wirkung von Tabakrauch zeigten n - Decan und n - Undecan jedoch ausgeprägte krebserstärkende (cokanzerogene) Wirkungen an der Mäusehaut bei gleichzeitigem Aufbringen mit dem krebserzeugenden Benzo(a)pyren; n-Dodecan zeigte ebenfalls deutliche tumorpromovierende Eigenschaften in ähnlichen Versuchsansätzen (9).

Untersuchungen über fruchtschädigende Wirkungen liegen nicht vor.

2.2.1.3. Bewertung der toxikologischen Daten

Anhand der wenigen vorliegenden, unsystematisch erhobenen toxikologischen Daten zu den Alkanen C9 - 12 kann eine Bewertung der Einzelstoffe und ihrer Gemische nicht erfolgen, (wobei die vorliegenden Daten allerdings keinen Hinweis auf ein hohes toxisches Potential geben). Dies spiegelt sich auch darin wieder, daß maximale Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK-Werte) für die Einzelstoffe von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe bisher nicht abgeleitet wurden. Auch für die unterschiedlichen Benzingemische hat die Kommission bisher keine MAK-Werte abgeleitet. (Zitat): "Die Kommission fühlt sich erst dann zu konkreten Äußerungen berechtigt, wenn ihr die Ergebnisse der Untersuchungen definierter Benzin-Dampfgemische vorliegen." (14) In den technischen Regeln für Gefahrstoffe - speziell TRG S 404 - sind zwar Grenzwerte für die hier interessierenden Kohlenwasserstoffdämpfe in der Luft am Arbeitsplatz von 350 ppm genannt, jedoch werden daneben die eben zitierten Äußerungen der MAK-Kommission bestätigt (20). Hier sind insbesondere Untersuchungen zu Wirkungen nach Langzeitexposition zu fordern. Darüberhinaus bedürfen die Hinweise über mögliche tumorfördernde und comutagene Eigenschaften dringend der Abklärung, ehe eine Empfehlung für den Einsatz in den hier angesprochenen technischen Bereichen als Ersatzstoffe für die CKW aus gesundheitlicher Sicht ausgesprochen werden kann.

Die Verordnung des Rates der Europäischen Gemeinschaft zur Bewertung und Kontrolle chemischer Altstoffe von 1993 unterstreicht diese Forderung. Hier ist festgehalten (Zitat): "Zum Schutz des Menschen (namentlich der Arbeitnehmer und der Verbraucher) und der Umwelt sollte auf Gemeinschaftsebene eine systematische Bewertung der Risiken erfolgen, die von den Altstoffen ausgehen, die im Europäischen Verzeichnis der im Handel erhältlichen Stoffe (EINECS, European Inventory of Existing Commercial Substances) aufgeführt sind" (15).

Sie fordert Hersteller und Importeure auf, weitere Angaben über akute und subakute, krebserzeugende, erbgutverändernde und/oder fortpflanzungsgefährdende Eigenschaften ebenso wie Angaben über die Ökotoxizität zu den in dem Anhang I zur Verordnung aufgeführten Altstoffen binnen Jahresfrist nach ihrem Inkrafttreten der Kommission zuzuleiten.

In dieser Liste sind die unterschiedlichsten Kohlenwasserstoffgemische neben den Einzelverbindungen n-Decan und n-Dodecan namentlich aufgeführt. So bleibt zu hoffen, daß sich dadurch die unbefriedigende toxikologische Datenlage zu den KWL in naher Zukunft verbessern wird.

2.3. Sauerstoffhaltige Kohlenwasserstoffe

Für alle sauerstoffhaltigen Kohlenwasserstofflösemittel (O-KW) ist die toxikologische Datenlage günstiger als für die KWL, so daß MAK-Werte bereits abgeleitet werden konnten (14). Allerdings liegen auch für diese Stoffe ausreichende Daten zu Mutagenität, Kanzerogenität und Teratogenität, die zu einer fundierten gesundheitlichen Bewertung unabdingbar sind, nicht vor.

Folgerichtig sind auch diese Substanzen in Anhang I der bereits zitierten Verordnung der europäischen Gemeinschaft aufgeführt (15).

Es bleibt abzuwarten, in welchem Zeitraum ein befriedigender Datenfluß von Seiten der Hersteller bzw. Anwender erfolgen wird. Eine endgültige Bewertung dieser Substanzen in Verbindung mit einem Risikovergleich zu den CKW wird erst dann möglich sein.

2.4. Allgemeine Anforderungen

Die Novellierung der 2. BImSch-Verordnung (2) vom Dezember 1990 war aus folgenden Gründen erfolgt:

In der Luft von Wohnräumen in unmittelbarer Nähe von Chemischreinigungsanlagen wurden - häufig nach Klagen über geruchliche Belästigungen - Konzentrationen an Tetrachlorethen von teilweise deutlich über 10 mg/m³ nachgewiesen. Durch ungeeignete Lüftungstechniken, sorglose Lösemittellagerhaltung, ungenügende Wartung und Pflege der Anlagen u.a. waren nennenswerte Lösemittelmengen aus den Betrieben in angrenzende Räume diffundiert. Als Folge kam es auch zu unerwünschten Anreicherungen des Lösemittels in fetthaltigen Lebensmitteln in diesen Wohnungen oder angrenzenden Lebensmittelbetrieben (4).

Wie Untersuchungen des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene jedoch zeigten (17), liegen demgegenüber in 90 % der Wohnungen in der Bundesrepublik die Tetrachlorethenkonzentrationen unter 15 µg/m³. Um solche Konzentrationen auch in Wohnungen im Umfeld von Chemischreinigungen langfristig möglich zu machen, hatte das BGA 1988 in seiner Empfehlung zu Tetrachlorethen in der Innenraumluft neben einem Richtwert zur Abwendung von Gesundheitsgefahren von 5 mg/m³ auch einen langfristig zu erreichenden Orientierungswert von 0,1 mg/m³ für Innenräume im Umfeld der Anlagen genannt. Von Seiten der Betreiber von Chemischreinigungsanlagen war dieser Zielwert als erreichbar angesehen worden. Dieser Orientierungswert wurde daraufhin in der 2. BImSch-Verordnung als Grenzwert für betriebsfremde Aufenthaltsräume sowohl im Umfeld von Betrieben zur Oberflächenbehandlung als auch von Chemischreinigungsanlagen festgeschrieben (2).

Folgerichtig fordert das BGA deshalb in seiner Empfehlung "zum Ersatz von Tetrachlorethen (PER) durch Kohlenwasserstofflösemittel (KWL) in Chemischreinigungsanlagen" (4) vom September diesen Jahres (Zitat): "Die Empfehlung der zukünftigen Verwendung eines Ersatzstoffes kann aber nur dann ausgesprochen werden, wenn das Gefährdungspotential des Ersatzstoffes unter Berücksichtigung möglicher Expositionen abgeschätzt werden kann... Auch Emissionen und die möglicherweise daraus resultierenden Innenraumbelastungen sind bisher nicht abgeschätzt und bewertet worden."

Da eine Abschätzung dieses Gefährdungspotentials aus den dargelegten Gründen derzeit nicht möglich ist, muß vorsorglich gefordert werden, daß auch bei Einsatz der vorgeschlagenen Ersatzstoffe die Konzentration in Aufenthaltsräumen im Umfeld der fraglichen Betriebe so niedrig wie möglich und nicht wesentlich über denen typischer Wohnungen in der Bundesrepublik liegen sollten.

Diese Forderung bekommt besonderes Gewicht durch Untersuchungen dänischer Wissenschaftler

(18,19). Sie exponierten freiwillige Probanden gegenüber Gemischen aus typischen leichtflüchtigen, organischen Verbindungen (VOC), wie sie in Innenräumen gefunden werden, zu denen auch einige der hier diskutierten Ersatzstoffe gehören. Die Probanden, die gegenüber verschiedenen Konzentrationen im Bereich kleiner 1 bis 25 mg/m³ exponiert wurden, zeigten bereits bei Belastungen gegenüber 1 - 2 mg/m³ beeinträchtigende Wirkungen wie Reizwirkungen auf die Schleimhäute der Augen, Müdigkeit, Konzentrationsschwäche, Übelkeit, Kopfschmerzen etc. Diese Symptome, die in der Fachliteratur häufig unter den Begriff "sick building"-Syndrom subsumiert werden, werden mit den klassischen Methoden der Toxikologie meist nicht erfaßt.

Von der amerikanischen Umweltbehörde (US-EPA) wurden die dänischen Untersuchungen zwischenzeitlich teilweise bestätigt (19).

Um Beschwerden aus dem Umfeld von Anlagen zur Oberflächenbehandlung und Textilreinigung, die mit chlorfreien Kohlenwasserstoffen arbeiten, zukünftig zu vermeiden, muß deshalb vorläufig vorsorglich gefordert werden, daß die Emissionen an "CKW-Ersatzstoffen" aus dem Anlagenbereich so gering sind, daß der VOC - Gehalt in Wohnungen und anderen Aufenthaltsräumen in ihrer Nachbarschaft die Gesamtkonzentration von 1 - 2 mg/m³ nicht überschreitet. Da dieser aber nach Krause im Median schon etwa 0,3 mg/m³ beträgt, bleibt da nur noch wenig übrig.

3. Zusammenfassung

Das Verbot der Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) ist zum Schutze der Ozonhülle ohne Zweifel unverzichtbar; für bisherige Anwendungsgebiete müssen Ersatzstoffe und -verfahren gefunden werden.

Auch die Chlorkohlenwasserstoffe (CKW) Tetrachlorethen, Trichlorethen und Dichlormethan gehören zu den Gefahrstoffen mit einem besonderen Gefährdungspotential und sollten, wo immer möglich, durch weniger gefährliche Stoffe ersetzt werden. Die intensive Suche nach Alternativen für den Einsatz in Anlagen zur Oberflächenbehandlung und Textilreinigung ist deshalb zu begrüßen. Ehe jedoch Empfehlungen für zukünftige Ersatzstoffe ausgesprochen werden können, müssen bei Vorlage ausreichender Daten zur Toxikologie und zum Verhalten in der Umwelt die Risiken der Ersatzstoffe denen des CKW-Einsatzes objektiv gegenübergestellt werden. Eine Stoffgruppe wie die der vorgesehenen nicht-halogenierten organischen Lösemittel, die bezüglich ihres toxikologischen und ökotoxikologischen Verhaltens nur lückenhaft untersucht ist, sollte zurückhaltender, als dies bisher geschieht, als Alternative für die CKW empfohlen werden - oder das Studium ihrer tox. Effekte muß gezielt vorangetrieben werden.

Literatur

- 1) Verordnung zum Verbot von bestimmten die Ozonschicht abbauenden Halogenkohlenwasserstoffen (FCKW - Halon - Verbots - Verordnung) vom 6. Mai 1991. Bundesgesetzblatt 1991, Teil 1, S. 1090 - 1092
- 2) Zweite Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen - 2. BImSchV) vom 10. Dezember 1990. Bundesgesetzblatt 1990, I S. 2694
- 3) Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz ChemG) 1990 Teil 1, S. 522-547 vom 14.03.1990
- 4) Zum Ersatz von Tetrachlorethen (PER) durch Kohlenwasserstoff-Lösemittel (KWL) in Chemisch - Reinigungen. Bundesgesundhbl 36, (1993)
- 5) Enquête - Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt": Stellungnahmen der Sachverständigen zu dem Fragenkatalog (KDrs 12/11) für die öffentliche Anhörung am 3. und 4. Juni 1993 zu dem Thema: "Chlorchemie" Mai 1993

- 6) DFG - Deutsche Forschungsgemeinschaft: Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten. Tetrachlorethen, Nachtrag 1988
- 7) Kommission Bewertung wassergefährdender Stoffe: Bewertung wassergefährdender Stoffe. Datenblatt - Nr.: 27 Kohlenwasserstoff-Lösemittel, vom 30.09.1992
- 8) Patty's Industrial Hygiene and Toxicology. Third Revised Edition in Three Volumes
- 9) Criteria Documents from the Nordic Expert Group 1987:
n - Decane and n - Undecane by Kjaergaard and L. Møllhave
- 10) Gefahrstoff-Schnellauskunft (GSA); PC-Version Chemis, Bundesgesundheitsamt, Abt. Chemikalienbewertung
- 11) Verordnung über gefährliche Stoffe (Gefahrstoffverordnung GefStoffV) vom 26.08.1986. Bundesgesetzblatt 47, Teil 1, vom 05.09.1986
- 12) Carpenter, C. P. et al : Petroleum hydrocarbon toxicity studies XVII: Minimal response to n - nonane vapor. Toxicol. Appl. Pharmacol. 44, (1978), 53 - 62
- 13) Zeiger, E. et al: Salmonella Mutagenicity Tests: Results from the Testing of 311 Chemicals. Environm. Molecul. Mutagenesis 19, Suppl. 21, (1992), 2-141
- 14) Deutsche Forschungsgemeinschaft, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe Mitteilung 29: MAK- und BAT- Werte - Liste 1993
- 15) Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates vom 23. März 1993 zur Bewertung und Kontrolle der Umweltrisiken chemischer Altstoffe. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 36, L 84 vom 5.4.1993
- 16) Empfehlung des Bundesgesundheitsamtes zu Tetrachlorethen in der Innenraumluft: Bundesgesundhbl 31, (1988), 99-101
- 17) Bewertung der Luftqualität in Innenräumen. Bundesgesundhbl 36, (1993), 117-118
- 18) Roßkamp, E.: Gesundheitliche Risiken durch Schadstoffe in Gebäuden und Innenräumen in: Gesundheit und Umwelt '92. Beiträge zur ärztlichen Fortbildung bga-Schriften, 7/92, 47-51
- 19) Indoor Air '93: Proceedings of the 6th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Helsinki, Finland July 4 - 8, 1993, Volume 1, Health Effects
- 20) Technische Regeln für Gefahrstoffe - TRGS 404. Bewertung von Kohlenwasserstoffdämpfen in der Luft am Arbeitsplatz (nur Kohlenstoff- und Wasserstoff-haltig). C. Heymann Verlag KG Köln September 1992

Elke Roßkamp / WaBoLu

(Vortrag auf dem Safechem Seminar "Zukunft der Oberflächenreinigung mit Lösemitteln" Filderstadt 28.-29. Oktober 1993)

“Aktuelle Fragen der Umweltmedizin”

Standpunkt zu Standort und Wissensstand einer aufstrebenden Fachdisziplin

Die Bedeutung einer für die Gesunderhaltung und das Wohlbefinden des Menschen verträglichen Umwelt - als deren Gestalter er wirkt und als deren Bewahrer er allein Verantwortung trägt - ist heute bei aller Meinungsvielfalt in der Öffentlichkeit unbestritten. Die negativen Auswirkungen

einer hochtechnisierten Volkswirtschaft auf die Umwelt und damit auch auf die menschliche Gesundheit haben ein neues medizinisches Fachgebiet entstehen lassen und diesem Prägung gegeben: die **Umweltmedizin**.

Wenn wir gemäß Gründungserklärung der Weltgesundheitsorganisation des Jahres 1946 Gesundheit als einen "Zustand völligen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens" beschreiben und "nicht nur als das Freisein von Krankheit" und wenn deren Erhaltung und Förderung zum Gesetz erhoben worden ist, dann ist **umweltbezogener Gesundheitsschutz** in Form zunehmender umweltmedizinischen Aktivitäten eine *conditio sine qua non*.

Dabei darf nicht unberücksichtigt bleiben, daß sich ein eigenständiges umweltmedizinisches Fachgebiet erst in letzter Zeit, zögernd zwar und durch rein pragmatische Umstände induziert, herauszubilden beginnt. Bis heute hat dieses neue Fachgebiet weder sein endgültiges Profil, noch seinen festen Platz im Kreise der renommierten medizinischen Disziplinen gefunden. So fehlen fertige Lehrgebäude, allseits anerkannte Methodenspektren, **nutzbringende Informationssysteme**, genügende Zahlen versierter Fachvertreter sowie ausreichende Lehrstätten und Curricula. Erst in jüngster Vergangenheit ist die Umweltmedizin in die **ärztliche Weiterbildungsordnung** aufgenommen worden.

Die offensichtlichen Gefahren für die menschliche Gesundheit durch zunehmende anthropogene Deformierungen und Verschmutzungen der Biosphäre - sowohl begrenzten als auch globalen Ausmaßes - verlangen jedoch schon jetzt und ohne weitere Verzögerung wissenschaftlich ausreichend fundierte Präventions- und Interventionsstrategien. Unverkennbar ist dabei das hohe Interesse, die Sensibilität und Sorge der Öffentlichkeit. Sensibilität für Umweltrisiken ist unbedingt erforderlich. Überzeichnungen und phobische Grundhaltungen können aber nur kontraproduktiv wirken.

Das Spektrum der durch vorwiegend der Zivilisation geschuldeten Aktivitäten entstandenen Einflußfaktoren reicht von toxischen Schadstoffen über Allergene, Haut- und Schleimhaut-irritantien, mikrobielle Krankheitserreger, Kanzerogene, genetisch bedeutsame Mutagene sowie Teratogene bis hin zu ionisierenden und nichtionisierenden Strahlen, Schwingungen, Lärm und psychosozialen Stressoren. Die Wirkungsforschung und die erforderlichen Behandlungs- und Präventivkonzepte rufen hier nahezu alle medizinischen Forschungsdisziplinen auf den Plan.

Was die **aktuellen Fragen auf umweltmedizinischem Gebiet** in Deutschland angeht, so hat eine unlängst vom Bundesgesundheitsamt initiierte Umfrage bei den Gesundheitsämtern und anderen Beratungsstellen ergeben, daß folgende Noxen und Aufgabenfelder derzeit besondere Aufmerksamkeit beanspruchen: An erster Stelle steht noch immer das Formaldehyd, gefolgt von Holzschutzmitteln, Asbest, Innenraumluft, Trinkwasser, Dioxinen, Ozon, polychlorierten Biphenylen, Nitrat und Lärm. Aus den Erfahrungen bei der Zusammenarbeit mit niedergelassenen Ärzten, Klinikern, wissenschaftlichen Instituten, Behörden, Interessenverbänden und aus Anfragen besorgter Bürger läßt sich die Liste der Problemnoxen und der gemutmaßten Kausalverknüpfungen

noch erheblich erweitern. Zu nennen sind hier beispielsweise Amalgam, Ledersprays, Ausdünstungen aus Teppichbodenbeschichtungen, Schwermetalle, Lösemittel, wie z.B. Benzol und Perchlorethylen, Epoxidharze, Latex, Mülldeponien und Müllverbrennungsanlagen, Klärschlammablagerungen, elektromagnetische Felder, Radon in Wohnungen, Passivrauchen, Sommer- und Wintersmog, Legionellen in Warmwasseraufbereitungsanlagen, Allergien und Schleimhautreizungen durch verschiedene chemische Substanzen. Und last not least sind Themen wie die Krebsgefährdung durch künstliche Mineralfasern, Leukämie-Cluster in der Umgebung von Kernanlagen, frühkindliche Leberschäden bei erhöhtem Kupfergehalt des Leitungswassers sowie chronische Gesundheitsschäden durch Insektizide wie **Pyrethroide** hochaktuell.

Bei der Vielfalt der aufgezeigten Fragestellungen aus der Praxis und bei der häufig noch unbefriedigenden Klärung derselben dürfen Schwierigkeiten und defizitäre Elemente keineswegs außer acht gelassen werden. Dazu sollen wenigstens einige methodologisch wichtig erscheinenden Gedanken geäußert werden, die zur **Standortbestimmung** beitragen können:

Von den etwa 8 Mio bekannten chemischen Verbindungen werden heute 65.000 bis 100.000 verschiedene kommerziell produziert und gelangen teilweise unverändert oder nach Umwandlung in die Umwelt. Ihre möglichen toxischen, allergischen, immunsuppressiven oder krebserregenden Eigenschaften konnten bislang nur im bescheidenen Umfang abgeklärt werden. Hier ist eine weitere intensive Wirkstoffforschung von größter Dringlichkeit, wobei additive oder überadditive Kombinationseffekte mehr und mehr zur Debatte gestellt werden müssen.

Da es sich bei den Umwelttoxinen vorwiegend um chronische Belastungen im Niedrigdosisbereich handelt, sind nachweisbare biologische Reaktionen spezifischen Charakters kaum zu erwarten. Demzufolge fehlen oft beweiskräftige Biomarker oder klinische Befunde. Das diagnostische Dilemma zeigt sich besonders bei der Bewertung karzinogener Wirkungspotenzen von Umweltschadstoffen oder -gemischen. So ist es trotz verheißungsvoller molekularbiologischer Ansätze bisher noch nicht gelungen, spontan entstandene Tumore histologisch von solchen nach Einwirkung von Umwelttoxinen zu unterscheiden. Erschwerend kommen oftmals zusätzliche lebensstilbedingte Belastungen, z.B. durch hochkanzerogene Tabakteere, hinzu. Wir wissen zwar sehr genau, daß die Inhalation von Radon und seinen kurzlebigen Folgeprodukten in Kombination mit Zigarettenrauch ein nahezu multiplikatives Lungenkrebsrisiko mit sich bringt. Jedoch ist bei Kausalitätserwägungen hinsichtlich des Risikoanteiles der indoor-Noxe Radon im Einzelfalle eine ursächliche Verknüpfung kaum beweisbar. Die zum Teil jahrzehntelangen Latenzzeiten bei extern induzierten Krebsleiden erschweren zusätzlich ätiologische Klärungen und Beweisführungen.

Ein weiterer Aspekt ist die Unspezifität von Befindlichkeitsstörungen, z.B. Kopfschmerzen, bei denen oftmals von Betroffenen die Ursache im Umweltbereich angesiedelt wird. Nicht selten bleibt bei auffälligen örtlichen und zeitlichen Zusammenhängen - besonders bei positiven Karenz- und Reexpositionsbeziehungen - trotz fehlender klinischer und paraklinischer Parameter auch beim erfahrenen Umweltmediziner ein unbefriedigendes Gefühl zurück. Hier ist die umweltmedizinische

Forschung aufgerufen, z.B. durch Einsatz molekularbiologischer in vitro-Verfahren und ausgeklügelter funktionsdiagnostischer Methoden direkt am Menschen nach feindiagnostischen Abweichungen zu fahnden und diese kausalgenetisch zu verifizieren.

In letzter Zeit hat das **zytogenetische Populationsmonitoring**, z.B. mittels Chromosomen-, Mikrokern- oder Schwester-Chromatid-Austausch-Analyse, sowohl bei Niedrigdosisbelastung durch ionisierende Strahlung als auch durch gentoxisch wirkende chemische Substanzen vielversprechende Forschungsansätze geliefert. Die zytogenetischen Verfahren stehen für umweltmedizinische Fragestellungen derzeit noch auf dem Prüfstand, wie eigene Untersuchungen an Exponierten von Mülldeponien zeigen.

Auch bei den umweltanalytischen Untersuchungsverfahren existieren trotz erheblicher methodischer Verbesserungen in den letzten Jahren, zumindest aus kapazitärer und ökonomischer Sicht, erhebliche Defizite. In nicht seltenen Fällen werden expositionelle Bewertungen durch unzureichende methodische Sensitivitäten und Spezifitäten erschwert oder unmöglich gemacht.

Von höchster Priorität ist der z.Z. noch immer ungenügende umweltmedizinische Wissensstand bei praktischen und klinisch tätigen Ärzten. Bei fehlender ätiologischer Erklärung für chronische, jeder Behandlungsstrategie trotzen Krankheitsbildern ist der umweltmedizinisch unerfahrene Arzt nicht selten gern bereit, seinen Patienten in dessen Bedürfnis, Kausalfaktoren im äußeren Umfeld anzuschuldigen, zu bestärken oder ihn erst auf solche Möglichkeiten hinzuweisen. Gelegentlich Alibifunktion tragende ärztliche Äußerungen in dieser Richtung sind bei einem hohen Vertrauensbonus z.B. gegenüber dem Hausarzt von prägender Wirkung auf den Patienten. Solche primären ärztlichen Aussagen sind auch bei negativ verlaufender Ausschlußdiagnostik durch den umweltmedizinischen Experten kaum oder nur sehr schwer zu widerlegen.

Alle genannten Schwierigkeiten und Defizite und die Vielzahl anstehender Problemlösungen verlangen die Etablierung, den Ausbau und die Förderung von umweltmedizinischen Strukturen im universitären Bereich, in der außeruniversitären Forschungslandschaft und im Organisationsnetz der Behörden und des Öffentlichen Gesundheitsdienstes.

Das **III. Karlshorster Kolloquium**, das sich auch diesmal aktuellen Fragen der Umweltmedizin widmet, will zu einigen der angesprochenen Punkte einen Beitrag leisten.

Die einzelnen Vorträge werden in der Zeitschrift "Wissenschaft und Umwelt" publiziert.

PD Dr. D. Arndt, Klinisch-diagnostischer Bereich



Frankenberger Ökopädiatrie-Tagung

Nicht immer, aber immer öfter ?
“Chemie” in der Kindernahrung

am Samstag, dem 17. September 1994
von 10.00 - 16.00
in Frankenberg (Eder)
Ederberghalle

10.00 Uhr Silke Schwartau
☞ “Chemie in der Kindernahrung”

11.15 Uhr Kaffeepause

11.30 Uhr Peter Kuhnert
☞ “Lebensmittelrecht in Deutschland”

12.00 Uhr Thomas Lenius
☞ “EG-Binnenmarkt - Folgen für die Lebensqualität ?”

12.30 Uhr Dr. Volker Mersch-Sundermann
☞ “Re-importierte Gifte aus der dritten Welt”

13.00 Uhr - Diskussion -

13.30 Uhr - Mittagspause -

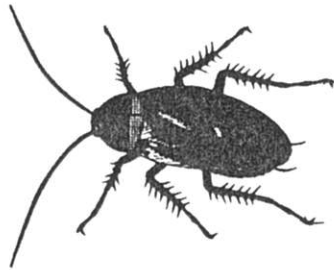
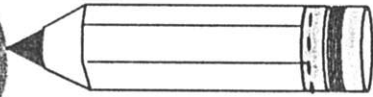
14.30 Uhr **Diskussion:** Prof. Dr. H.-G. Gassen, Dr. Manuela Jäger,
“Gentechnologie in der Lebensmittelproduktion”
Prof. Dr. K. Menner
“Konsequenzen für den Kinderarzt”

16.00 Uhr Ende der Tagung

Anmeldung bei:
Dr. E. Enders & G. Stahl
Ärzte für Kinderheilkunde
Rosenthaler Straße 16
35066 Frankenberg

Tagungsgebühr: 40.- DM

MEMO



Schädlinge in lebensmittelverarbeitenden Betrieben und im Lebensmittelhandel können durch Verderb von Lebensmitteln oder durch Beschädigung von Materialien erhebliche Kosten verursachen.

Die Anwendung von Schädlingsbekämpfungsmitteln muß jedoch gerade in diesem Bereich mit größter Sorgfalt erfolgen, um gesundheitliche Schädigungen von Mitarbeitern und Kunden sowie Kontaminationen von Lebensmitteln auszuschließen.

Es gibt eine Reihe von Maßnahmen, die zur Vermeidung von Schädlingen führen können. Durch Beachtung von Sicherheitsmaßnahmen und Qualifikation der bestellten Schädlingsbekämpfer und der richtigen Auswahl von wirksamen Schädlingsbekämpfungsmitteln können Gesundheitsgefahren und Kontaminationen von Lebensmitteln minimiert werden.

Ziel des Seminars ist es, umfangreiches Fachwissen zu vermitteln, um bei Schädlingsbefall im Betrieb verantwortungsvoll handeln zu können.

Das Fachseminar

“Schädlingsbekämpfung - Ursachen, Schäden, Vermeidung -”

wird veranstaltet vom Labor für Ökotoxikologie und Gewässerschutz (Hydrotox GmbH), Freiburg und dem Berufsverband der Gesundheitsaufseher e.V. im Gesundheitsamt Freiburg zusammen mit der Umweltakademie Freiburg am



**Mittwoch, 28. 09. 1994
im Karlsbau, Freiburg.**



Anmeldeformulare bitte bei Fa. Hydrotox GmbH, Wippertstr. 2,
79100 Freiburg

oder über ☎ 0761 - 40 30 97 oder Fax: 0761 - 40 97 123 anfordern.