„Mobile Umweltambulanz" der Kassenärzte Schleswig-Holsteins: Modell der Zusammenarbeit und Techniken der Probeentnahme

K.-P. Böge

Motivation für die Einrichtung der Umweltambulanz ist die Erfahrung, daß in den Arztpraxen immer häufiger Patienten untersucht und behandelt werden müssen, die offensichtlich unter chemischen Belastungen zu leiden haben. Meist ist aber auch trotz labormedizinischer Untersuchungen von Blut und Urin keine eindeutige Diagnosestellung möglich. In diesen Fällen kann durch den Einsatz des Umweltmobils oft eine weitere Klärung der Zusammenhänge erreicht werden.

Vorgehen des Umweltingenieurs

Mit dem Meßwagen können ambulant, also im Haus des Patienten, Proben genommen sowie Schadstoffmessungen durchgeführt werden. Das Vorgehen gliedert sich in drei Teile:

Bei der Wohnungsbegehung werden durch speziell ausgebildete, erfahrene Fachkräfte die im Haus vorhandenen Möbel, Teppiche, Baumaterialien, Lacke, Farben, Holzschutzmittel und sonstige potentielle Emissionsquellen in Augenschein genommen. Nach der Besichtigung werden im Gespräch mit dem Patienten über seine Beschwerden und Lebensgewohnheiten die Quellen einer möglichen Umweltbelastung ermittelt und die eventuell notwendigen Messungen besprochen.

Die Messungen können für viele Stoffe im Umweltmobil anhand der dort installierten Meßgeräte sofort analysiert werden, bei einigen Untersuchungen sind externe Analysen in Speziallabors notwendig.

Im Anschluß an die Ergebnismitteilung erfolgt dann eine Beratung, wie im Einzelfall bei nachgewiesener Schadstoffbelastung die Noxen ausgeschaltet werden können. Hierbei muß individuell auf die baulichen Gegebenheiten und auf die Möglichkeiten der Sanierung eingegangen werden.

Umweltmedizinische Forderungen an meßtechnische Labors

J.-M. Träder, K.-P. Böge

Für den praktisch tätigen Umweltmediziner stellt sich immer häufiger die Frage, wer Schadstoffmessungen durchführt. Für diese Dienstleistungen hat sich mittlerweile ein Markt entwickelt, auf dem sich Anbieter mit äußerst unterschiedlicher Qualifikation bewegen. Von gewissenhaft arbeitenden, ausgebildeten Ingenieuren bis hin zu Scharlatanen ist alles zu finden.

Die Kassenärztliche Vereinigung Schleswig-Holstein (KVSH) hat 1991 die „Mobile Umweltambulanz der Kassenärzte Schleswig-Holsteins" gegründet. Seitdem wurden über 6.000 Wohnungsbegehungen und ebenso viele Messungen durchgeführt. Über die Ergebnisse der Untersuchungen liegt für einen Teil der Patienten eine ausführliche Dokumentation vor, die vom Institut für Toxikologie der Universität Kiel (Leiter: Professor O. Wassermann) erarbeitet worden ist.

Da die Krankenkassen den Erfordernissen des umweltmedizinischen Denkens zunehmend positiv gegenüberstehen, stellt sich die Frage, wer Begehungen, Messungen und die Bewertung der Ergebnisse und Beratungen fachgerecht durchführen kann. Zudem müssen die Kriterien und Meßmethoden einheitlich festgelegt sein, damit bei weiteren Auswertungen die Vergleichbarkeit der Ergebnisse gewährleistet ist.

Der Umweltausschuß der KVSH hat zusammen mit dem Verein zur Förderung der Umweltmedizin der Kassenärzte Schleswig-Holsteins e.V. für die häufigsten Untersuchungsanlässe Kriterien und Verfahrensrichtlinien entwickelt, die wir für unseren Modellversuch mit der AOK Schleswig-Holstein und den Verbänden der Ersatzkassen für verbindlich halten.

Bei diesem Modellversuch tragen die Ortskrankenkassen für ihre Versicherten seit 1995 sowohl die Anamnese und Untersuchung durch einen in der Umweltmedizin geschulten Arzt als auch zu einem großen Teil die Kosten für eine Begehung der Wohnung, die Untersuchung von Proben (Luft, Baumaterialien, Hausstaub) und die Therapie der

Erkrankung. Die wissenschaftliche Auswertung der Befunde und Meßergebnisse führt wiederum das Institut für Toxikologie der Universität Kiel durch. Im Jahr 1997 hatten sich die Ersatzkassen diesem Modellversuch angeschlossen.

Wir sehen die Gefahr, daß es auf diesem Markt der Medizin und Meßtechnik, der nicht zuletzt durch die Medien und eine gewisse Zukunftsangst in der Bevölkerung stark expandiert, zu einem Verlust an Seriosität kommen könnte. Wir müssen verhindern, daß die unbedingt notwendige Diagnostik und Therapie bei berechtigtem Verdacht auf eine umweltbedingte Erkrankung durch ungeeignete Meßverfahren und unqualifiziertes Personal in Mißkredit gebracht wird.

Deshalb stellen wir an die Institutionen, die umweltmedizinische Begehungen, Messungen und Beratungen durchführen, folgende Anforderungen:

1. Der Betreiber der Einrichtung muß über jede Begehung einen Dokumentationsbogen anfertigen, der im Zusammenhang mit der Abrechnung vorgelegt wird. Hiervon bekommt der Arzt eine Durchschrift zusammen mit den Meßergebnissen. Im jährlichen Abstand müssen die Dokumentationsbögen und die erzielten Meßergebnisse statistisch ausgewertet werden.
2. Die Empfehlung zu meßtechnischen Untersuchungen muß aus dem Dokumentationsbogen hervorgehen, die Begründung dafür muß klar ersichtlich sein.
3. Wohnungsbegehungen und Messungen können nur von kompetenten Mitarbeitern durchgeführt werden. Als Qualitätsanforderung kommen spezielle Fachhochschulabschlüsse (Umweltingenieur) oder vergleichbare Ausbildungen in einschlägigen Fachrichtungen in Frage, verbunden mit angemessener Berufserfahrung.
4. Für eine qualifizierte Bewertung der Meßergebnisse muß eine vertragliche Kooperation mit einem Umweltmediziner oder Toxikologen vorliegen, sofern kein Vertreter mit entsprechender Ausbildung in dem Unternehmen beschäftigt ist.
5. Das Unternehmen darf durch weitere Tätigkeitsbereiche keinen Interessenkonflikten unterliegen. Insbesondere ist der Verkauf oder die Vermittlung von Sanierungsfirmen, -mitteln oder -methoden (zum Beispiel Luftreinigungsgeräten, Abschirmmatten) ausgeschlossen.
6. Zur Qualitätssicherung muß eine Zertifizierung gemäß ISO 9000 vorliegen. Sollte diese beantragt, aber noch nicht abgeschlossen sein, ist der Verfahrensstand darzustellen. Für die Übergangszeit müssen Struktur- und Meßmethodenhandbücher vorliegen. Darin ist unter anderem zu dokumentieren, welche Geräte eingesetzt und wie diese gewartet, kalibriert und geeicht werden. Bei dem Einsatz von Fremdlabors muß eine Qualitätskontrolle vorliegen, zum Beispiel in Form von Ringversuchen.
7. Zum Schutz der Versicherten muß eine Betriebs- und Vermögensschadenshaftpflicht abgeschlossen sein.
8. Neben den speziellen Hinweisen aus dem Methodenhandbuch werden Informationen über die Probenahme und die gesundheitliche Beurteilung aus den nachstehenden musterhaften „Stoffinformationen" abgeleitet.

Formaldehyd

Formaldehyd taucht im täglichen Umfeld in den verschiedensten Produkten und Materialien auf. Eine wichtige Quelle ist Tabakrauch. Verantwortlich für erhöhte Konzentrationen im Wohnbereich sind fast immer Spanplatten in Wänden, Fußböden und Möbeln, in denen Formaldehyd in Form von verschiedenen Verbindungen im Leimharz enthalten ist.

Bewertung

Das Bundesgesundheitsamt hat schon 1977 einen Maximalwert für die Formaldehydkonzentration in Innenräumen von 0,1 ppm vorgeschlagen, der auch unter ungünstigen Bedingungen nicht überschritten werden soll. Empfindliche Personen können jedoch schon bei weitaus geringeren Konzentrationen auf Formaldehyd reagieren. Deshalb ist ein „Vorsorgewert" von höchstens 0,05 ppm angemessen.

Probenahme und Analyse

Zur Vorbereitung wird der Meßraum intensiv gelüftet und dann mindestens 5 Stunden vor der Messung geschlossen gehalten. Da einfache Meßröhrchen und direkt anzeigende Geräte für eine medizinische Beurteilung wenig geeignet sind, ist eine qualifizierte Raumluftmessung erforderlich:

Probenahme mit Waschflasche: 80 Liter mit 2,5 l/min analog der VDI 3484, Analyse z.B. mittels Chromotropsäuremethode, abschließend wird der Wert auf 23°C und 45% relative Feuchte korrigiert.

Achtung: Spanplatten und Möbel werden heutzutage nach Verfahren geprüft und gekennzeichnet, die in Prüfräumen gelten, aber keine Sicherheit für die tatsächliche Situation in Wohn- und Schlafräumen bieten. Die Bezeichnung „E 1" (Emissionsklasse 1 laut Spanplattenrichtlinie) bietet keine Sicherheit!

Holzschutzmittel

Ölige Holzschutzmittel enthalten Wirkstoffe zum Schutz gegen tierische und pflanzliche Schädlinge. Sie erhielten eine traurige Berühmtheit durch die Wirkstoffe Lindan® und Pentachlorphenol (PCP). Nicht weniger gefährlich sind die nachfolgenden Substanzen, die in Innenräumen zu diversen gesundheitlichen Problemen führen können: Dichlofluanid, Tributylzinnverbindungen, α- und β-Endosulfan, Chlorthalonil, DDT, Chlornaphthalin, Fenobucarb, Furmecyclox, Tolyfluanid, Parathion.

Bewertung

Für Holzschutzmittel sind zur Zeit vor allem Materialprüfungen für eine Gefährdungsabschätzung geeignet. Aktuelle Luft- oder Blutanalysen sind nur sinnvoll, wenn sie von spezialisierten Institutionen in eine Gesamtbewer-

tung einbezogen werden. Fragwürdig sind außerdem Referenzwerte für Konzentrationen im Blut, die aus einem Kollektiv teilbelasteter Patienten ermittelt wurden, und Raumluftrichtwerte, die toxikologisch nicht begründet sind.

Es ist notwendig, für eine Gefahrenabschätzung nicht die aktuelle, zum Teil stark schwankende Konzentration der Raumluft zum Maßstab zu machen, sondern die Vergangenheit mit einer möglichen langjährigen Belastung und einhergehender Vorschädigung in die Beurteilung einzubeziehen. Als Folge einer länger zurückliegenden Holzschutzmittelbelastung können zum Beispiel Allergien oder eine generelle erhöhte Sensibilität gegenüber verschiedenen anderen Chemikalien auftreten.

Im übrigen hat die Messung der Holzschutzmittelwirkstoffe zum Teil nur eine Indikatorfunktion, denn Verunreinigungen in diesen Substanzen (z.B. Dioxine im PCP) können schon aus Kostengründen meist nicht ermittelt werden. Ihre mögliche Anwesenheit und damit auch eine schädliche Wirkung muß angenommen werden.

Außer bei einer präzisen Kenntnis über das eingesetzte Mittel ist es immer sinnvoll, ein Holzschutzmittel-Screening durchzuführen, da sonst wichtige Inhaltsstoffe übersehen werden könnten. Bei den Probenahmen, Untersuchungen und Beurteilungen muß das Vorsorgeprinzip im Vordergrund stehen. Für eine Beurteilung der möglichen Gesundheitsgefährdung spielen insbesondere folgende Faktoren eine Rolle:

- Höhe der Schadstoffkonzentration,
- Größe der behandelten Fläche im Vergleich zum Innenraumvolumen,
- Seit wievielen Jahren besteht die Belastung,
- Betroffenheit von Kindern und Kranken,
- Intensität der Raumnutzung pro Tag.

Holzschutzmittelbelastungen im Material sollten wie folgt beurteilt werden:

- < 0,1 – 2 mg/kg keine bzw. unwesentliche Belastung, es hat keine Behandlung stattgefunden
- 2 – 10 mg/kg geringfügige Belastung, evtl. durch Kontamination über die Raumluft
- 10 – 100 mg/kg Belastung, die unter ungünstigen Umständen zu Gesundheitsschäden führen kann
- > 100 mg/kg sehr starke Belastung, mögliche starke gesundheitliche Gefährdung

In Staubproben sollten die Konzentrationen für Holzschutzmittel auf jeden Fall unter 1 mg/kg liegen (siehe auch Tabellen 5 und 6 im Kapitel Humanbiomonitoring und Umgebungsmonitoring, Anhang I).

Probenahme und Analyse

Für die Materialprobe werden mit einem Spezialbohrer 1 bis 2 mm von der Holzoberfläche abgenommen. Für Hausstaubanalysen wird der Inhalt des Staubsaugerbeutels auf 63 µm gesiebt. Nach der Extraktion der Probe mit Toluol erfolgt eine Aufreinigung des Extraktes und, sofern erforderlich, eine Derivatisierung der gesuchten Verbindungen. Bestimmung der Konzentrationen mit ECD (für PCP) bzw. mit MSD.

Pyrethroide

Pyrethroide werden als Schädlingsbekämpfungsmittel (Insektizide) eingesetzt. Sie galten in der Fachwelt zunächst als relativ ungefährlich und sollten insbesondere die gesundheitsschädlichen Stoffe Lindan® und DDT ersetzen. Dann aber stellte sich heraus, daß die diversen synthetischen Verbindungen nicht minder giftig sind. Am häufigsten werden folgende Pyrethroide eingesetzt:

- Permethrin
- Cyfulthrin
- Cypermethrin
- Deltamethrin
- d- Phenothrin

Zur Wirkungssteigerung wird als Synergist (Wirkungsverstärker) Piperonylbutoxid eingesetzt. In Wollteppichen ist vorzugsweise Permethrin als Mottenschutzmittel zu finden.

Bewertung

Grundsätzlich sollten keine Pyrethroide in Innenräumen vorhanden sein. Da keine ausreichenden Informationen über eine „ungefährliche" Größenordnung der Pyrethroide und ihrer Synergisten vorliegen, sollte die Konzentration in Staub oder Teppichen möglichst unter 1mg/kg liegen (siehe Tabelle 6 im Kapitel Humanbiomonitoring und Umgebungsmonitoring, Anhang I).

Probenahme

Erhöhte Pyrethroidkonzentrationen kann man auf keinen Fall über eine Raumluftmessung ausreichend kontrollieren. Wesentlich effektiver ist die Analyse einer Hausstaubprobe, die mit dem gewöhnlichen Hausstaubsauger gesammelt werden kann. Es sollte möglichst Staub untersucht werden, der über einen Zeitraum von ein bis zwei Wochen angefallen ist. Es ist auch möglich, den Teppich selbst auf Pyrethroide zu untersuchen.

Analyse: siehe Holzschutzmittel

Flüchtige organische Substanzen (Lösemittel)

Lösemittel kommen insbesondere direkt nach dem Einsatz von Lacken, Farben und Klebern in unzumutbaren Konzentrationen vor. Die Gemische setzen sich in der Regel aus den Substanzklassen der Aldehyde, aliphati-

scher und aromatischer Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Glykole, Ketone und Ester zusammen.

Beurteilung

Grundsätzlich sind Lösemittel in ihren gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen sehr schwer zu beurteilen, weil sie immer in unterschiedlichen Kombinationen vorkommen und hierfür keine Richt- oder Grenzwerte vorliegen. Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK-Werte) sind zur Beurteilung nicht geeignet und bieten keinen Schutz vor chemischen Belastungen in Wohnungen oder Büros. Sie wurden für Einzelsubstanzen aufgestellt und gelten nur für arbeitsschutzrechtlich kontrollierte Arbeitsräume. Sie liegen um etwa das 1000fache gegenüber Vorsorgewerten in sonstigen Innenräumen zu hoch.

Hinzu kommt, daß gleichzeitig auftretende Stoffe nicht nur in der Summe wirken, sondern sich in der Wirkung potenzieren können (Synergismus). Bei allen Bewertungen ist zu beachten, daß auch Säuglinge, Schwangere, Kranke oder sensibilisierte Personen in Innenräumen zuverlässig geschützt werden müssen. Zum Vergleich werden oftmals die Werte aus einer Untersuchung des ehemaligen Bundesgesundheitsamtes herangezogen, die 1985 in circa 500 Wohnungen durchgeführt wurde. Nach mehr als 10 Jahren sind diese Werte aufgrund der Änderung der einschlägigen Produkte und ihrer Inhaltsstoffe aber nicht mehr verwertbar (siehe Tabelle 5 im Kapitel Humanbiomonitoring und Umgebungsmonitoring, Anhang I).

Als Zielwerte werden folgende Lösemittelkonzentrationen (in µg/m³) für die Innenraumluft angesehen:

- Gesamtkonzentration 300
- Aliphatische Kohlenwasserstoffe 100
- Aromatische Kohlenwasserstoffe 50
- Chlorierte Kohlenwasserstoffe 20
- Aldehyde (außer Formaldehyd) 50
- Alkohole 100
- Ketone 20
- Ester 20
- Terpene 50
- schwerflüchtige Substanzen 50

Die oben genannten Werte gelten nicht für Einzelsubstanzen mit besonderem Gefährdungspotential (siehe Tabellen 3, 5 und 12 im Kapitel Humanbiomonitoring und Umgebungsmonitoring, Anhang I).

Probenahme und Analyse

Vor einer Probenahme sind zunächst die Vorbedingungen zu klären. Für eine gesundheitliche Beurteilung werden meist „worst case"-Verhältnisse für die Lüftung gewählt, d.h., der zu prüfende Raum sollte bei normaler Temperatur und Feuchtigkeit vor der Messung mindestens 24 Stunden nicht gelüftet werden. Danach wird bei geschlossenen Fenstern und Türen die Raumluft auf Aktivkohle oder andere Adsorbentien (z.B. Tenax) gesaugt. In Ausnahmefällen ist die Anwendung eines Passivsammlers über mehrere Tage möglich. Im Labor werden die angereicherten Stoffe herausgelöst und mit gaschromatischen und massenspektrometrischen Verfahren analysiert.

Weichmacher

Weichmacher werden Kunststoffen beigemischt, damit diese eine vielseitige Verwendbarkeit bekommen und einfach zu bearbeiten sind. Die am häufigsten eingesetzten Weichmacher stammen aus der Stoffgruppe der Phthalsäurediester, der Phthalate. Meistens handelt es sich um Di-2-(ethylhexyl)-phthalat (DEHP), Di-n-butylphthalat (DBP), Butylbenzylphthalat (BBP) und Diethylphthalat. Für PVC-Produkte wird üblicherweise DEHP eingesetzt, eine besonders gut erforschte Substanz.

Beurteilung

Für die Beurteilung von Weichmachern in Innenräumen existieren z.T. keine ausreichenden wissenschaftlichen Unterlagen. Grundsätzlich sollten keine erhöhten Werte in Innenräumen auftreten, zumal ein Krebsrisiko besteht und nichts über die Gesamtwirkung von mehreren Phthalaten mit verschiedenen Toxizitäten bekannt ist.

Im Zusammenhang mit Hausstaubuntersuchungen wird ein Maximalwert von 250 mg Phthalat pro kg Staub empfohlen. Als Orientierungswert für die Raumluft wird für DEHP in der Raumluft 0,7 µg/m³ angesehen (siehe Tabelle 4 im Kapitel Humanbiomonitoring und Umgebungsmonitoring, Anhang I).

Probenahme

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit einer Raumluftmessung, aber Schwankungen bei der Probenahme (Luftwechsel, Temperatur und Feuchtigkeit) und Probleme bei der Sammel- und Analysenmethodik führen oft zu Unsicherheiten. Eine Erfassung über den Hausstaub scheint ebenfalls aussagekräftig, wobei aber mögliche Fehler durch die Wahl des Staubsaugers sowie mögliche Verunreinigungen zu beachten sind.

Schimmelpilze

Zunehmend gibt es in Häusern und Wohnungen Probleme mit Schimmelpilz- oder Bakterienbefall. Hauptursache sind eine überhöhte Feuchtigkeit in der Wohnung, fehlende Lüftung oder falsch angebrachte Innenisolierungen.

Beurteilung

Ein besonders hohes Gefährdungspotential geht von den Schimmelpilzarten Aspergillus fumigatus, Chaetonium, Paecilomyces, Stachybotrys und Wallemia sowie der Bakterienart Streptomyces aus. Werden diese Mikroorganismen nachgewiesen, muß auch bei der Sanierung besonders

vorsichtig und sorgfältig vorgegangen werden. Schimmelpilze sind seit langem als Allergene bekannt, aber es existieren fast keine wissenschaftlich begründeten humantoxikologischen Werte.

Grundsätzlich sind bei den vorstehenden Untersuchungsmethoden Bewertungsmaßstäbe sinnvoll, die eine erhöhte oder stark erhöhte Belastung anzeigen und dann mit ausreichender Erfahrung die Möglichkeiten einer Gesundheitsgefahr belegen lassen. Wie auch bei der Bewertung von chemischen Belastungen häufig praktiziert, ist es bei fehlenden Grenz- oder Richtwerten richtig, erhöhte Belastungen im Zusammenhang mit einer „möglichen" Gesundheitsgefahr zu sehen und Abhilfemaßnahmen zu empfehlen.

Probenahme und Analyse

Innenraummessungen setzen sich in der Regel aus der Probenahme vor Ort und der anschließenden Analyse bzw. Detektion im Labor zusammen. Aus den Untersuchungsergebnissen und Feuchtemessungen wird der Umfang des Schadens ermittelt und die Gefährdungsabschätzung vorgenommen.

1. Messung von Schimmelpilzsporen und luftgetragenen Keimen in der Raumluft

Mit einem speziellen Filter wird vor Ort eine Raumluftprobe gezogen und im Labor über kulturelle Nachweisverfahren auf verschiedenen Nährböden analysiert. Erfaßt werden lebende Pilzsporen und Keime in der Raumluft, die für die Bewertung in koloniebildenden Einheiten pro Kubikmeter (KBE/m^3) angegeben werden. Darüber hinaus werden Aufschlüsse über die vorhandenen Pilzarten erhalten. Für die Bewertung des Ergebnisses muß zusätzlich die Außenluftbelastung bekannt sein oder gemessen werden.

Nach aktuellen Erfahrungen eignet sich dieses Verfahren nur begrenzt für eine optimale Gefährdungsabschätzung. Zum einen erfolgt der Sporenflug nicht kontinuierlich, wodurch die Festlegung von Zeitpunkt und Dauer der Probenahme schwierig ist, und zum anderen werden abgestorbene Mikroorganismen und Bestandteile nicht erfaßt, obwohl sie auch zu gesundheitlichen Beschwerden führen können.

Durch Anfärbung der Proben mit einem speziellen Fluoreszenzfarbstoff läßt sich der Anteil an abgestorbenen Bestandteilen bestimmen und in die Beurteilung mit einbeziehen.

2. Messung des mikrobiellen Befalls im Material

Liegt ein offener, deutlich erkennbarer mikrobieller Schaden vor, kann in der Regel auf die Analyse einer Luftprobe verzichtet und für die Gefährdungsabschätzung die Belastung des betroffenen Materials herangezogen werden. Dazu werden vor Ort Materialproben gezogen und im Labor analysiert. Neben der Sichtprüfung unter dem Mikroskop kommen kulturelle Nachweisverfahren (Anzüchtung von Mikroorganismen auf verschiedenen Nährböden und bei unterschiedlichen Temperaturen) und verschiedene Färbungen der Mikroorganismen zum Einsatz, um die Schimmelpilz- und Bakterienarten sowie die Stärke des Befalls zu bestimmen.

3. Messung von mikrobiologisch produzierten flüchtigen organischen Verbindungen (MVOC)

Eine neue, aber zunehmend wichtigere Methode bei der Suche nach verdeckten, also nicht sichtbaren, mikrobiellen Schäden ist die Messung von MVOC in der Raumluft. Bei den Substanzen handelt es sich um flüchtige, an die Raumluft abgegebene Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen und Bakterien. Typische MVOC sind zum Beispiel Geosmin (Erdkellergeruch), 1-Okten-3-ol (Pfifferlinggeruch) und 3-Methylfuran. Für die Messung wird vor Ort eine aktive Luftprobe über Aktivkohle oder andere Adsorbentien gezogen, an der die MVOC angereichert werden. Im Labor werden die Substanzen desorbiert und mittels Gaschromatographie und Massenspektrometer analysiert. Über die Zusammensetzung des Ergebnisses kann abgeschätzt werden, ob ein Schaden vorhanden ist.

4. „Schimmelspürhund"

Dieser Spürhund wird durch die Wohnräume geführt und markiert Orte mit verstecktem mikrobiellen Befall. Auf Grund seines hervorragenden Geruchssinns und seiner sehr guten Abrichtung liegt die Erfolgsrate nach vorliegenden wissenschaftlichen Auswertungen sehr hoch.

Dokumentation

Alle Ergebnisse – sowohl die der Anamnese, der Untersuchungsbefunde, der Meßwerte in Plasma, Serum, Urin wie auch die in Hausstaub, Materialien oder Luft – müssen gemäß der ärztlichen Dokumentationspflicht für mindestens 10 Jahre dokumentiert werden.

Im Rahmen des Modellversuches der Allgemeinen Ortskrankenkassen Schleswig-Holstein (AOK) mit der Kassenärztlichen Vereinigung Schleswig-Holstein (KVSH) wird zusätzlich eine Dokumentation des Arztes über das Erstgespräch, die vermuteten schädigenden Substanzen, ein Auftrag zur Wohnungsbegehung und Messung an eine umweltmedizinische Meßeinrichtung sowie von dieser Meßeinrichtung eine Dokumentation ihrer Ergebnisse verlangt. Der ärztliche Dokumentationsbogen, das Begehungsprotokoll der Umweltambulanz und die Befunddokumentation werden anonymisiert an das Institut für Toxikologie der Christian-Albrechts-Universität Kiel geleitet und dort ausgewertet. Die Ergebnisse werden jährlich in einem Bericht des Institutes an den Umweltausschuß der KVSH niedergelegt.

Die zur Zeit benutzten Dokumentationsbögen sind im Anhang II abgebildet. Diese Bögen stellen einen Kompromiß zwischen erwünschter Datenfülle und Praktikabilität für den Praxisalltag dar.

Bemerkungen zu den Grenzen der Beurteilung des gesundheitlichen Risikos einer Schadstoffexposition anhand von Meßwerten

A. Bauer, C. Alsen-Hinrichs

Bei der toxikologischen Beurteilung von mutmaßlich schadstoffbedingten Erkrankungen fordern Toxikologen, Gutachter, medizinische Dienste u. ä. von den Betroffenen zunächst den Nachweis, daß sie gegenüber einem oder mehreren Schadstoffen tatsächlich exponiert waren bzw. die angeschuldigten Verbindungen tatsächlich inkorporiert wurden. Anschließend wird die toxikologische Meßlatte der „Dosis-Wirkungs-Beziehung" angelegt und theoretisch berechnet, ob eine Schädigung in der Art, wie der Betroffene sie aufzeigt, plausibel ist. Dies ist unbestreitbar eine sehr zweckmäßige Vorgehensweise. Ihre Anwendbarkeit hat jedoch den Nachteil, daß sie an gewisse Voraussetzungen geknüpft ist: Es müssen genügend wissenschaftliche Erkenntnisse für eine derartige Beurteilung vorliegen.

Dies impliziert folgende Punkte:

1. Die **Dosis-Wirkungs-Kurve** muß bekannt sein.

2. Die Dosis-Wirkungs-Kurve muß für den **relevanten Effekt** bekannt sein (es genügt nicht, die Dosis-Wirkungs-Kurve für die Lebertoxizität oder die LD50 zu kennen, wenn z.B. Neuronen im Bereich des Hippocampus die für die Symptomatik relevanten Angriffsorte sind).

3. Die Dosis-Wirkungs-Kurve muß für den **relevanten Aufnahmepfad** bekannt sein, da die Toxizität einer Verbindung bei inhalativer oder dermaler Aufnahme aufgrund der Ausschaltung des First-Pass-Effektes über die Leber bei gleicher Dosis deutlich höher sein kann als bei oraler Aufnahme, die aber in den meisten Tierexperimenten vorzugsweise untersucht wird.

4. Die Dosis-Wirkungs-Kurve muß für das **relevante Kollektiv** bekannt sein, da sowohl die aufgenommene Dosis als auch die Wirkung bei gleicher Dosis von Geschlecht, Alter, Vorerkrankungen, Prädisposition u.a.m. abhängig sein können (d.h. die für gesunde kräftige und widerstandsfähige Arbeiter ermittelten Grenzwerte [MAK- oder BAT-Werte] sind keinesfalls auf Kleinkinder oder auf Personen mit hyperreagiblem Bronchialsystem oder Neurodermitis anwendbar).

5. Die Dosis-Wirkungs-Kurve muß für die **relevante Mischexposition oder Vorschädigung** bekannt sein (d.h. für eine Person, die 30 Jahre lang am Arbeitsplatz gegenüber neurotoxischen Lösemitteln exponiert war, stellt eine Schädlingsbekämpfungsmaßnahme mit Pyrethroiden im Wohnhaus eventuell ein höheres Gesundheitsrisiko dar als für nicht vorbelastete Personen. So tritt z.B. bei einem Teil der Personen, die chronisch gegenüber neurotoxischen Lösemitteln exponiert sind oder waren, in Folge der Exposition eine Alkoholunverträglichkeit auf).

Aus diesen Punkten ist ohne weiteres ersichtlich, daß die **relevanten Dosis-Wirkungs-Kurven** nur in den seltensten Fällen tatsächlich bekannt sind, und daß bei einer **Umkehrung der Beweislast** die oben genannten Gutachter (z.B. Toxikologen) in große Schwierigkeiten geraten würden, wenn sie den Nachweis führen müßten, daß die Erkrankung des Betroffenen nicht auf eine Schadstoffexposition zurückzuführen ist.

Aus den im folgenden aufgelisteten Punkten soll weiterhin deutlich werden, warum eine mit detektivischem Spürsinn aufgenommene Expositionsanamnese bei der Beurteilung schadstoffbedingter Erkrankungen häufig einen höheren Stellenwert hat als vorhandene bzw. noch zu erhebende Meßwerte:

1. Meßwerte zurückliegender Belastungen können häufig nicht mehr erhoben werden oder sind nicht mehr aussagekräftig (z.B. bei kurzen biologischen Halbwertszeiten [PCP] oder bei flüchtigen Substanzen [Lösemittel], vergleiche Tabelle 5).

2. Vorhandene Meßwerte spiegeln häufig nur einen kleinen oder relativ unwichtigen Teil der Exposition gegenüber Schadstoffen wider (häufig werden bei der Bestimmung der Gesamtorganochlorverbindungen im Blut z.B. HCB-Konzentrationen oberhalb des Referenzwertes festgestellt, ohne daß die Bedeutung dieses erhöhten Wertes für das Krankheitsbild interpretiert werden kann).

3. Zurückliegende Expositionen können Vorschädigungen setzen, die den Patienten möglicherweise gegenüber geringeren Konzentrationen aktueller Belastungen empfindlicher machen (s.o.). Dieser Punkt spielt möglicherweise in dem Krankheitsgeschehen der chronischen neurotoxischen Gesundheitsstörungen und der Entwicklung einer Vielfachen Chemikalienunverträglichkeit (Multiple Chemical Sensitivity Disorder [MCSD]) sogar eine entscheidende, bisher weitestgehend vernachlässigte Rolle.

4. Die erhobenen Meßwerte spiegeln die eigentlich relevanten Schadstoffe gar nicht wider. So wird z.B. aus Kostengründen häufig Formaldehyd in Innenräumen gemessen, obwohl anamnestisch eine Holzschutzmittelbelastung erhoben wurde (der Patient muß die Messung häufig selbst bezahlen!,) oder der verantwortliche Arbeitgeber läßt absichtlich oder aus Unkenntnis die falschen Verbindungen messen, oder er nimmt die Messungen auch zu