

H.J. Moriske<sup>1</sup> · U. Heudorf<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin

<sup>2</sup>Stadtgesundheitsamt, Frankfurt/Main

# Bewertung von Innenraum- luftverunreinigungen

## Zusammenfassung der Ergebnisse der 6. WaBoLu-Innenraumtage, Berlin, 10.–12.5.1999

Die Innenraumtage des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene (WaBoLu) des Umweltbundesamtes, die 1999 zum sechsten Mal in Folge stattfanden, standen in diesem Jahr unter dem Generalthema „Bewertung von Innenraumluftverunreinigungen“. Damit wurde zum einen einem vielfach geäußerten Wunsch von Teilnehmern früherer Tagungen entsprochen, sich mit dieser Thematik verstärkt zu beschäftigen; zum anderen stellt die Bewertung von Schadstoffeinträgen in Innenräumen als letztes und entscheidendes Glied in der Kette der Erfassung und Beurteilung von Innenraumluftbelastungen den Bewertenden häufig vor das Problem, zuverlässige Einschätzungen vornehmen zu können. Aus Unkenntnis heraus und aufgrund der Komplexität dieser Thematik werden nicht selten falsche oder zumindest nicht abgesicherte Bewertungen vorgenommen.

### Vortragseinhalte und Ergebnisse der Tagung

#### 1. Beitrags-Sektion: Toxikologische Grundlagen und Richtwert- ableitungen für Innenraumluft- verunreinigungen

##### „Risikokommunikation“ in der Toxikologie (Referent: Neumann)

Neumann machte deutlich, daß der Begriff des Risikos in der Toxikologie eine quantitative Aussage beinhaltet („Wahrscheinlichkeit, mit der ein bestimmter Schaden in einem festgelegten Zeitraum oder als Ergebnis einer bestimmten Beanspruchung auftritt“), der Begriff der Gefährdung dagegen eine qualitative Aussage beschreibt. Grenzwerte sind ein normativer Akt einer komplexen Abwägung zwischen Nutzen, Risiko und Machbarkeit. Bei der wissenschaftlichen Ableitung von Richtwerten kommt man über toxikologische Daten (abgeleitet z.B. aus Arbeitsplatzmessungen, Tierversuchen, epidemiologischen Studien) unter Berücksichtigung von Unsicherheitsfaktoren letztendlich zu festgelegten Werten. Als wesentliche Kritikpunkte an diesem Vorgehen sind zu nennen: Es werden zu „konservative“ Ergebnisse erhalten, da zumeist worst-case Annahmen und sehr hohe Unsicherheitsfaktoren zugrunde gelegt werden; es handelt sich um Einzelstoffbe-

wertungen, synergistische Effekte bleiben unberücksichtigt und führen ggf. zu einer Risikounterschätzung; zusätzliche Aufnahmepfade werden nicht berücksichtigt, toxikologisch sinnvoll ist aber die Betrachtung der Gesamtaufnahme; das System verleitet zur Inflexibilität, und die zahlenmäßige Festlegung läßt die Unsicherheiten bei der Ableitung nicht erkennen.

#### **„Eine Risikocharakterisierung setzt sich zusammen aus der Abschätzung der Gefährdung, der Dosis-Wirkungs-Beziehung und der Exposition.“**

Eine „Risikocharakterisierung“ setzt sich zusammen aus der Abschätzung der Gefährdung, der Dosis-Wirkungs-Beziehung und der Exposition. Wichtig ist, daß die Entscheidungsfindung transparent dargestellt wird, daß die Methoden, die Unsicherheiten, die Resultate, einschließlich möglicher Alternativen, dargestellt und unrealistische Risikoabschätzungen vermieden werden. Für die „Risikokommunikation“ sind geeignete Vergleiche mit anderen bekannten Risiken von Vorteil sowie Angaben über ent-

Dr.-Ing. H.-J. Moriske

Umweltbundesamt, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Corrensplatz 1, D-14195 Berlin

sprechende Bewertungen anderer Organisationen.

### **Gesetzliche Grundlagen und der „Gefahrenabwehr“-Begriff nach dem Baurecht (Referent: Buck)**

Nach den baurechtlichen Bestimmungen können in Deutschland bei mit Innenraumlufschadstoffen belasteten Gebäuden dann bauliche Sanierungen behördlich angeordnet werden, wenn eine konkrete „Gefahr“, in diesem Fall Gesundheitsgefahr, für die Bewohner vorliegt. Bei präventiv ermittelten Werten haben die Baubehörden keine gesetzliche Ermächtigung, Maßnahmen zu veranlassen. Genau an diesem Punkt besteht jedoch häufig eine Diskrepanz zwischen festgelegten Richtwerten und deren Umsetzung in die Praxis. Als aktuelles Beispiel wurde die Belastung mit krebserzeugenden polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Wohnungen mit Parkettböden aufgeführt, wie sie in den 50-er und 60-er Jahren zum Beispiel für die alliierten Streitkräfte in Deutschland errichtet worden waren (vgl. Ausführungen zum Vortrag von Frau Heudorf). Die in den Expertengesprächen auf Bundesebene und von der Ad-hoc-Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der Innenraumlufthygienekommission (IRK) des Umweltbundesamtes und der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Gesundheitsbehörden der Länder (AOLG) zu diesem Problem festgelegten tolerierbaren Werte (zum Beispiel für Benzo(a)pyren im Hausstaub) lassen keine klare Grenze zwischen Gefahrenabwehr und Prävention erkennen und können gemäß Baurecht deshalb nur schwer umgesetzt werden. Baurechtlich anerkannte Gefahrenwerte gibt es zum Beispiel für polychlorierte Biphenyle (PCB), Pentachlorphenol (PCP) und Asbest.

**„Wenn man keine konkrete Gefahr im Sinne des Baurechts festlegen kann, bleibt nur die gesellschaftliche Diskussion, welches Gesundheitsrisiko man zu akzeptieren bereit ist, um ggf. daraus Minimierungsmaßnahmen ableiten zu können.“**

Wenn man keine konkrete Gefahr im Sinne des Baurechts festlegen könne, bleibe nur die gesellschaftliche Diskussion, welches Gesundheitsrisiko man bereit sei zu akzeptieren, um ggf. daraus Minimierungsmaßnahmen ableiten zu können, resümierte der Vortragende.

### **Vergleich der Begriffe „Grenzwert“ und „Standard“ (Referent: Seifert)**

Während man im deutschsprachigen Raum diese Begriffe häufig synonym gebrauche, hätten im angelsächsischen Sprachgebrauch „standards“ den Charakter von „Richtwerten“. Während für die Außenluft Grenzwerte in der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) für eine Reihe von Stoffen festgelegt sind, existieren Grenzwerte für Innenraumlufverunreinigungen in der Regel nicht (Ausnahme: Grenzwert für Tetrachlorethen in Wohnungen in der Nachbarschaft von chemischen-Reinigungen, abgeleitet aus dem Lebensmittelrecht). Bei Grenzwerten besteht das Problem, daß man die Konzentration des Schadstoffs in der Raumluft bis zu diesem Wert hin „auffüllt“. Für den Innenraumbereich sind „Richtwerte“ zur Bewertung von Innenraumlufverunreinigungen besser geeignet. Eine wichtige Frage in diesem Zusammenhang ist es, ob man die Bewertung der Innenraumlufsituation im Einzelfall auf der Basis von Einzelstoff- oder besser auf der Basis von Summenwertbetrachtungen durchführen soll. Am Beispiel des „TVOC“-Wertes (TVOC = total volatile organic compounds) als Summengröße für den Gehalt flüchtiger organischer Verbindungen in der Innenraumluf wurden die Schwierigkeiten bei der „Ableitung“ und „Handhabung“ solcher Summengrößen anschaulich gemacht. Der Vorteil einer Bewertung auf der Basis des TVOC-Wertes liegt u.a. darin, daß damit die summarische Wirkung besser als bei der Einzelstoffbetrachtung erfaßt werden kann; der Nachteil besteht z.B. darin, daß „TVOC“ keine fest vorgegebene analytische Zahl von Einzelsubstanzen umfaßt, sondern sich im Einzelfall meßtechnisch darunter 30, 50 oder mehr Einzelverbindungen verbergen können. Ein Vergleich von TVOC-Wer-

ten verschiedener Studien wird dadurch erschwert.

### **Basisschema zur Ableitung von Richtwerten für Innenraumlufverunreinigungen (Referent: Roßkamp)**

Das Schema wurde von der bereits erwähnten Ad-hoc-Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der IRK/AOLG erarbeitet und 1996 im Bundesgesundheitsblatt veröffentlicht. Danach wurde vereinbart, für Innenraumlufschadstoffe in der Regel zwei Richtwerte zu definieren. Richtwert II (RW II) wird hygienisch-toxikologisch unter Berücksichtigung auch empfindlicher Personengruppen sowie von Kindern abgeleitet und stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen bzw. Überschreiten unverzüglich Handlungsbedarf besteht, da diese geeignet ist, insbesondere für empfindliche Personen bei Daueraufenthalt in den Räumen eine gesundheitliche Gefährdung darzustellen. Der Handlungsbedarf ist als unverzüglicher Prüfbedarf zu verstehen, z.B. im Hinblick auf Sanierungsentscheidungen zur Verringerung der Exposition.

RW I wird unter Berücksichtigung eines zusätzlichen Sicherheitsfaktors (in der Regel von zehn) aus RW II errechnet und kann als Sanierungszielwert erhalten. Bei Unterschreiten von RW I ist im Rahmen einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Kenntnisstand auch bei lebenslanger Exposition gegenüber dem betreffenden Schadstoff keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten. Aus Vorsorgegründen besteht auch im Bereich zwischen RW I und RW II Handlungsbedarf. Die nach dem Richtwertkonzept bereits festgelegten und noch festzulegenden RW I- und RW II-Werte sind im Sinne einer Einzelstoffbetrachtung zu sehen und geben keinen Hinweis auf mögliche synergistische Effekte beim Zusammenwirken verschiedener Komponenten.

### **Ergänzung und Vorstellung der bisher nach dem Basisschema abgeleiteten Richtwerte für Innenraumluftverunreinigungen (Referent: Englert)**

Danach existieren derzeit (Stand Juni 1999) für folgende Komponenten Richtwertempfehlungen: Toluol: RW II=3 mg/m<sup>3</sup>, RW I=0,3 mg/m<sup>3</sup>; Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>): RW II=0,35 mg/m<sup>3</sup> (1/2 h-Wert) bzw. 0,06 mg/m<sup>3</sup> (1 Woche), RW I existiert nicht; Kohlenmonoxid (CO): 60 mg/m<sup>3</sup> (1/2 h) bzw. 15 mg/m<sup>3</sup> (8 h), RW I=6 mg/m<sup>3</sup> (1/2 h) bzw. 1,5 mg/m<sup>3</sup> (8 h); Pentachlorphenol (PCP): RW II=1 µg/m<sup>3</sup>, RW I=0,1 µg/m<sup>3</sup>; Dichlormethan (DCM): RW II=2 mg/m<sup>3</sup> (24 h), RW I=0,2 g/m<sup>3</sup>; Styrol: RW II=0,3 mg/m<sup>3</sup>, RW I=0,03 mg/m<sup>3</sup>; Quecksilber (als metallischer Hg-Dampf): RW II=0,35 µg/m<sup>3</sup>; RW I=0,035 µg/m<sup>3</sup>. Abgeleitet wurden von der Ad-hoc-Arbeitsgruppe auch Empfehlungswerte für den Gesamtgehalt an flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft (TVOC-Wert). Da es sich hierbei, wie beschrieben, um eine Summengröße handelt, konnte das Basisschema zur Ableitung von Einzelwerten in diesem Fall nicht herangezogen werden. In Räumen, die für einen längerfristigen Aufenthalt vorgesehen sind, soll ein TVOC-Wert von 3 mg/m<sup>3</sup> nicht überschritten werden. Im langfristigen Mittel soll eine TVOC-Konzentration von 0,2 bis 0,3 mg/m<sup>3</sup> erreicht bzw. unterschritten werden. Bei im Einzelfall vorliegenden höheren TVOC-Belastungen sollen gemäß Empfehlung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Einzelstoffanalysen erfolgen, um das Gefährdungsrisiko besser abschätzen zu können.

### **Die Rolle des Human-Biomonitoring (HBM) bei der Bewertung von Innenraumluftverunreinigungen (Referent: Angerer)**

Mit dem HBM werden die innere Schadstoffbelastung (als Originalsubstanz oder deren Abbauprodukte), biochemische Effekte (Bildung von Addukten etc.) und biologische Effekte (Veränderung von Zellstrukturen, genetischen Informationen etc.) erfaßt. Das HBM hat den Vorteil, sämtliche Zufuhrpfade glei-

chermaßen zu erfassen, auch solche, deren rechnerische Abschätzung schwierig ist, wie z.B. der Aufnahmepfad über die Haut (dermaler Pfad). Das HBM spiegelt bereits Synergismen und Antagonismen in der individuellen Entgiftung wider. Nachteilig ist, daß die Quelle der Belastung unbekannt ist, daß physiologische und toxikokinetische Bedingungen (z.B. Halbwertszeiten) mit berücksichtigt werden müßten und daß bereits an der Körperoberfläche reagierende Substanzen, z.B. reizende und ätzende Stoffe, nicht erfaßt werden können. Für systemisch aufgenommene Stoffe mit ausreichender Halbwertszeit (>2 h) stehen zahlreiche spezifische und empfindliche HBM-Methoden zur Verfügung. Als biologisches Material wird vorzugsweise Blut und Urin untersucht. Vor einer Bewertung von HBM-Ergebnissen ist zu berücksichtigen, ob die Daten auf Einzel- oder Gruppenuntersuchungen basieren. Letzteres liefert in der Regel verlässlichere Aussagen über tatsächliche Expositionen.

### **2. Beitrags-Sektion: Bewertung von Hausstaub**

Hausstaub ist der Staub, der sich in Wohnungen auf Böden und Flächen absetzt (in der Regel also der sedimentierte Staub). Darin können im Laufe der Zeit unterschiedlichste Mengen von unbelebten und belebten Stoffen angereichert werden, die beim Aufwirbeln des Staubes inhaliert werden, beim Spielen von Kindern auf dem Fußboden verschluckt oder durch Kontakt über die Haut aufgenommen werden können. Durch Hausstaub bedingte Allergien stellen ein seit langem bekanntes und in den letzten Jahren zunehmendes hygienisches Problem dar.

### **Unterscheidung zwischen „Altstaub“ und „Frischstaub“ (Referent: Sagunski)**

Altstaub befindet sich in der Regel länger als eine Woche in der Wohnung und kann zum Teil jahrelang in versteckten Nischen oder Ritzen lagern. Frischstaub ist Staub, der nicht länger als über eine Woche sedimentiert ist. Bei der Unter-

suchung von Hausstaub werden häufig Fraktionierungen vorgenommen, um den groben Anteil (Blätter, Wollfusel etc.) vor der Analyse zu entfernen. Man erhält dann z.B. eine 63 µm-Fraktion. Das Fraktionieren ist hygienisch umstritten, da auch an größeren Partikeln und Agglomeraten Schadstoffe angelagert sein können, die z.B. von Kindern verschluckt werden. Genauere Vorgaben soll hier die in absehbarer Zeit zu verabschiedende VDI-Richtlinie über die Hausstaubprobenahme bringen, in der auch geeignete Probenahme-Verfahren für Hausstaub aufgeführt sind. Mehrere Untersuchungen haben nämlich gezeigt, daß gerade durch die Art der Probenahme (Saugen, Kehren, Wischen) zum Teil erhebliche Konzentrationsabweichungen des Hausstaubes und seiner Inhaltsstoffe gemessen wurden. Je Bewohner geht man heute von einer durchschnittlichen Hausstaubaufnahme von etwa 20 mg/Tag aus. Die Ergebnisdarstellung der Konzentrationen von Hausstaubinhaltsstoffen kann bezogen auf die Staubmenge, auf Art und Größe der beprobten Fläche, als Massenbezug (mg/g) oder Flächenbezug pro Tag (mg/m<sup>2</sup> und Tag) angegeben werden.

**„Hausstaubuntersuchungen sollten nicht zur Abklärung von körperlichen Befunden durchgeführt werden, da die Befunde im Einzelfall nicht bewertbar sind. Es besteht somit die Gefahr, daß der Patient auf die gemessene Noxe fixiert wird.“**

Hausstaubuntersuchungen sollten nicht zur Abklärung von körperlichen Befunden durchgeführt werden, da Hausstaubbefunde im Einzelfall – u.a. wegen ungesicherter Modellannahmen – nicht bewertbar sind, und die Gefahr besteht, daß der Patient auf die gemessene Noxe fixiert wird. Im Hinblick auf eine regulatorische, z.B. baurechtliche Bewertung (s. auch Vortrag von Buck) müsse bei Hausstaubuntersuchungen angesichts der derzeitigen Unsicherheiten bei der Probenahme und Messung und angesichts fehlender Daten zur Aufnahme

und Resorptionsverfügbarkeit von Hausstaub festgestellt werden, daß diese in der Regel keine Gesundheitsgefahr im Sinne der Bauaufsicht begründen könnten, faßte der Referent zusammen.

### **Hausstaubmessungen: Ergebnisse von Pyrethroidmessungen (Referent: Butte)**

Pyrethroide werden seit Jahren als Ersatz für Lindan und andere Insektizide in Innenraumbereichen eingesetzt, u.a. zur Ausstattung von Naturfaserteppichen gegen Mottenfraß etc. Während die Anwendungskonzentrationen in Teppichen/Teppichböden bei etwa 50 mg/kg liegen, fand man bei Untersuchungen im Hausstaub (63 µm-Fraktion) Pyrethroidkonzentrationen von bis zu 1000 mg/kg. Kein Zusammenhang war allerdings bei vielen Untersuchungen erkennbar zwischen den gemessenen Pyrethroidkonzentrationen im Hausstaub und Metaboliten der Pyrethroide, wie der 3-Phenoxybenzoesäure, im menschlichen Körper.

### **Hausstaubmessungen: DDT-Messungen in Gebäuden in den neuen Bundesländern (Referent: Baudich)**

Anders als im „alten“ Bundesgebiet wurden im Gebiet der DDR DDT-haltige Insektizide noch bis 1989 eingesetzt. Bei Untersuchungen in Dachstühlen fand man erhöhte DDT-Belastungen des dort abgelagerten Staubes (bis 5 µg/m<sup>3</sup>), ebenso im Altstaub von manchen Wohnungen. Bei unbelasteten Wohnungen lagen die DDT-Konzentrationen allesamt unterhalb von 0,1 µg/m<sup>3</sup>. DDT findet man aufgrund seines Dampfdruckverhaltens überwiegend staubgebunden in Wohnungen. Mit Erhöhung der Raumlufttemperaturen kann DDT jedoch auch in der Gasphase (in der Regel im unteren Nanogramm-Bereich) gemessen werden.

### **Hausstaubmessungen: Meßergebnisse zum Auftreten polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) (Referent: Ulrich)**

Die Messungen wurden in mit Parkettböden ausgestatteten, ehemals von alliierten Streitkräften in Deutschland genutzten Wohnungen durchgeführt. Etwa 5000 Meßdaten wurden vom Umweltbundesamt gesammelt und ausgewertet. Etwa ein Drittel (34%) der Wohnungen konnten danach als teerfrei (Benzo(a)pyren-(BaP)-Konzentrationen <10 mg/kg im Kleber), knapp 30% als stark teerhaltig (BaP-Konzentrationen >3000 mg/kg im Kleber) eingestuft werden. 7% der Hausstaubproben wiesen einen BaP-Gehalt von mehr als 10 mg/kg auf; differenziert nach der Art der Probenahme waren das 13% der gesaugten und 2% der gekehrten Proben. Der Unterschied ergibt sich daraus, daß beim Saugen Parkettrittzen generell miterfaßt wurden und somit eine Verunreinigung der Proben durch Parkettkleber wahrscheinlich war. Keine Korrelation ergab sich zwischen den BaP-Gehalten im Kleber und im Hausstaub, ebensowenig wie zwischen den BaP-Gehalten im Hausstaub und in der Raumluft. In der Raumluft wurden kaum erhöhte BaP-Konzentrationen gefunden.

### **Bewertungsansätze zur PAK- Problematik in Wohnungen mit Parkettböden (Referent: Heudorf)**

Diese Bewertungsansätze wurden von seiten des Bundes und der Länder erarbeitet. Auf Bundesebene wurden zwei Expertengespräche im März und April vergangenen Jahres im Umweltbundesamt in Berlin mit folgendem Ergebnis durchgeführt: Bei Verdacht auf teerhaltiges Material wird zunächst der Benzo(a)pyrengehalt des Parkettklebers untersucht. Bei einem BaP-Gehalt des Parkettklebers unterhalb von 10 mg/kg sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Bei einem BaP-Gehalt des Klebers von mehr als 10 mg/kg wird zusätzlich der Hausstaub untersucht. Werden im Hausstaub mehr als 10 mg BaP/kg gefunden, sind kurzfristig Minimierungsmaßnahmen erforderlich, andernfalls

sind mittelfristig Maßnahmen zu ergreifen. Bei BaP-Konzentrationen im Kleber von mehr als 3000 mg/kg und Hausstaubgehalten von weniger als 10 mg/kg soll ergänzend eine Raumluftmessung erfolgen, von deren Ergebnis die Entscheidung über weitere Maßnahmen abhängig gemacht wird. In der Folgezeit haben verschiedene Bundesländer diese orientierenden Vorgaben weiter konkretisiert, mit durchaus unterschiedlichen Empfehlungen zur Probenahme von Hausstaub (modifiziertes Kehren, modifiziertes Saugen, Wischen) oder zur Wertigkeit von Hausstaub-, Raumluft- und Human-Biomonitoringuntersuchungen. Gemäß Stellungnahme der Ad-hoc-Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der IRK/AOLG kann bei der Festlegung der bisherigen UBA-Empfehlungswerte „keine genaue Grenze“ zwischen Prävention und Gefahrenabwehr (vgl. auch Ausführungen von Buck) gezogen werden. Dies ist jedoch für das weitere Vorgehen und das Erarbeiten einer eventuellen Richtlinie durch die Arbeitsgemeinschaft der Bauministerien der Länder (ARGEBAU) von erheblicher Bedeutung.

### **3. Beitrags-Sektion: Verschiedene Aspekte der Bewertung von Innen- raumluftverunreinigungen in der Praxis**

#### **Vergiftungsfälle durch das Auftreten von Schadstoffen in Innenräumen (Referent: Hahn)**

Es wurde über Vergiftungsfälle berichtet, die an das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz (BgVV) im Zusammenhang mit dem vermuteten oder kausal belegten Auftreten von Schadstoffen in Innenräumen gemeldet werden. „Klassisches“ Beispiel sind Meldungen über Vergiftungsfälle durch Pyrethroide. In vielen Fällen liegt dem eine unsachgemäße Anwendung pyrethroidhaltiger Mittel zugrunde. Insgesamt gingen im vergangenen Jahr 1244 Meldungen über Vergiftungsfälle durch Pestizide im BgVV ein, darunter 348 Fälle durch Pyrethroide. Kasuistiken erstellt man durch Beobachtung der Krankheiten bzw. Gesundheitsstörun-

gen, Erfassung der Schadstoffexposition und Ermittlung eines möglichen kausalen Zusammenhangs zwischen Erkrankung und Exposition. Das Problem beginnt häufig bereits bei der Beschaffung von Informationen über die verwendeten Chemikalien, die möglicherweise zu den Gesundheitsstörungen geführt haben. Sicherheitsdatenblätter der Produkthersteller geben oft keine hinreichenden Auskünfte, insbesondere was mögliche allergische Wirkungen von Produktinhaltsstoffen anbelangt. Hier muß man dann versuchen, über andere Quellen ergänzende Hinweise zu bekommen.

#### **Studiendesign und erste Ergebnisse der „ProKlima“-Studie in Deutschland (Referent: Bischof)**

Begonnen wurde mit diesem großangelegten Meßprogramm 1991. Hintergrund der Studie ist das Sick-Building-Syndrom in Bürogebäuden. Durch umfangreiche Messungen, Fragebogenerhebungen, etc. sollte versucht werden, Hintergründe und Ursachen für das Auftreten von gesundheitlichen Beschwerden an Büroarbeitsplätzen besser als bisher zu erfassen. Ca. 4600 Personen wurden dazu befragt, ca. 1500 Büroarbeitsplätze in mehr als 600 Räumen in 14 Gebäuden wurden untersucht. Als befindlichkeitsgestört galt eine Person, wenn bei der Fragebogenerhebung in mindestens zwei von sechs „Subskalen“ der Symptome Angaben gemacht wurden. In einer ersten Auswertung ergibt sich, daß bei etwa 50% der Befragten Befindlichkeitsstörungen im Zusammenhang mit ihrem Büroarbeitsplatz auftreten, und zwar in Büros, die mit raumlufttechnischen Anlagen künstlich belüftet werden, mehr als in konventionell belüfteten Räumen.

#### **Problematik der Umsetzung von Innenraumluftrichtwerten am Beispiel einer Indoor-Kart-Bahn (Referent: Csicsaky)**

Indoor-Kart-Bahnen erfreuen sich in den letzten Jahren zunehmender Beliebtheit. Dabei fahren Go-Kart-Rennwagen auf einem Rundkurs in überdachten, zum Teil geschlossenen Hallen. Die Abfuhr der Abgase erfolgt über Lüftungsbanden im Dachbereich. Messungen haben ergeben, daß es dennoch und trotz vorgeschriebener regelmäßiger Kontrollen der Go-Karts auf Kohlenmonoxid-(CO)-Emissionen in vielen Fällen zu erhöhten Kohlenmonoxid- und Stickstoffdioxidkonzentrationen in den Hallen kommen kann. Als Beurteilungsgrundlage für ein tolerierbares Gesundheitsrisiko können die CO-Richtwerte der Innenraumlufthygienekommission des Umweltbundesamtes dienen (s. Vortrag von Englert). Weiterhin könnten auch die Smogverordnungen der Länder sowie ggf. die gültigen MAK-Werte herangezogen werden. Die Schwierigkeit bei der Bewertung besteht darin, daß entschieden werden muß, welche Werte genau herangezogen werden sollen: die niedrigeren Richtwerte für Wohnräume oder der höher angesetzte MAK-Wert. Für beides gäbe es, so der Referent, in diesem Fall begründete Argumente. Als Maßnahmen zur Verminderung der Raumluftbelastungen bieten sich verstärkte Lüftungsmaßnahmen, Einschränkung der Betriebszeiten fahrender Go-Karts etc. an. Auch Probleme der Lärmemissionen, der Unfallgefahren und des Brandschutzes dürften nicht vernachlässigt werden.

#### **Gerüche in Innenräumen (Referent: Fischer)**

Eine gesundheitliche Bewertung ist hier oft besonders schwierig, da „Belästigungen“ durch Gerüche im allgemeinen nicht gleichzusetzen sind mit gesundheitlichen „Gefährdungen“. Gerüche werden darüber hinaus individuell sehr unterschiedlich wahrgenommen und empfunden. Die Messung von Gerüchen kann zum Beispiel mittels Olfaktometern erfolgen. Probanden werden dabei

abwechselnd gegenüber Reinluft, einer Referenzsubstanz (z.B. Butanol in Luft) und der Probe exponiert. Für die Bewertung der Geruchswahrnehmungen ist wichtig die Geruchsschwelle (Wahrnehmungsschwelle), die Geruchsintensität (Konzentration), die Art des Geruchs (Qualität), die Häufigkeit des Auftretens von Gerüchen (dauerhaft oder pulsierend) und nicht zuletzt das Problem der Geruchsadaption: das bedeutet, wenn man einen Raum betritt, in dem es riecht, tritt bereits binnen weniger Minuten ein „Gewöhnungseffekt“ ein, der Mensch nimmt die Gerüche häufig nicht mehr wahr.

#### **Innenraumlufverunreinigungen in Schweden (Referent: Lindvall)**

Man nimmt an, daß in Schweden etwa 200.000–400.000 Personen erhöhten Radonkonzentrationen ausgesetzt sind. Radon dürfte, so der Referent, demnach noch vor dem Passivrauchen, dem Sick-Building-Syndrom sowie den durch Tierhaare und Hausstaubmilben etc. bedingten Allergien das bedeutsamste Innenraumlufproblem in Schweden darstellen. Mehrere Hunderttausend Menschen weisen umweltbedingte Allergien auf. Etwa 400.000–500.000 Personen beschwerten sich regelmäßig über das Raumklima in Gebäuden. Ein „typisch“ schwedisches Problem ist auch, daß die Gebäude wegen der im Vergleich zu Mitteleuropa strengeren Winter in der Regel aufwendig gegen Wärmeverluste isoliert sind und damit der natürliche Luftaustausch bei geschlossenen Fenstern deutlich reduziert ist. Etwa 10% der Gebäude weisen Feuchteschäden auf, was wiederum bei unzureichender Lüftung das Wachstum von Schimmelpilzen begünstigt.

Eine Fortsetzung der WaBoLu-Innenraumtage für das Jahr 2000 ist geplant. Der Termin wird rechtzeitig bekanntgegeben.