



RAUMLUFTQUALITÄT IN AUFENTHALTSRÄUMEN

A110

Stellungnahme zum Statusbericht der Gesellschaften ASHRAE, FGK und DKV

In der Stellungnahme wird eingangs die im Statusbericht nur unzureichend quantifizierte und konkretisierte Problemdarstellung zur Raumlufthygiene in der Klimatechnik angesprochen. Sodann wird die Notwendigkeit der Weiterentwicklung der Klimatechnik von der thermischen weg hin zur hygienischen mit dem Recht des Individuums auf Schutz des Lebens und körperliche Unversehrtheit begründet, das auch der Gesetzgeber im Grundgesetz und in der Umweltschutzgesetzgebung garantiert. Am Beispiel der Grenzwertermittlung wird dargestellt, daß die für die Gewährung dieses

Schutzes erforderlichen Grenzwerte den Schutz des Individuums nur unzureichend sichern, da sie sich auf das Risiko des Kollektivs beziehen.

Die derzeit bestehenden Grenzwerte werden unter Berücksichtigung der vorausgesetzten Widerstandskraft der jeweils Schutzbefohlenen klassifiziert und Tendenzen, die die Grenzwerte für maximal zulässige Konzentrationen luftfremder Stoffe in Innenräumen aufweisen sollten, in Abhängigkeit von zwei Wirkungsmustern der Schadstoffe aufgezeigt. Die Stichhaltigkeit der geforderten Tendenz wird an den konkreten Beispielen

Formaldehyd- und Asbestfaserbelastung in Innenräumen geprüft. Die Möglichkeiten der Klimatechnik, Schadstoffbelastungen dieser Art in Innenräumen zu mindern, werden herausgestellt. Auf die Notwendigkeit, eine Technologie zu entwickeln, die in der Lage ist, die Konzentration unpolare Verbindungen wie Benzol und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Raumluft zu mindern, wird hingewiesen.

Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Rosenkranz, Fachhochschule Köln, Fachbereich Versorgungstechnik.

1. Einführung

Die durch internationale Krisen bedingte Energieverknappung hat die Klimatechnik zu einer Branche mit offenbar schwieriger Zukunft gemacht. Diesen Auswirkungen will man durch neue Strategien begegnen, die im Statusbericht zur Problematik der Raumluftqualität in Aufenthaltsräumen [1] aufgezeigt werden.

In einem ersten Teil dieses „Statusberichtes“ werden Lüftungstrends und Probleme der Raumluftqualität qualitativ angesprochen und ein Katalog von Schadstoffen in der Raumluft aufgeführt.

Um dem hohen Anspruch eines Statusberichtes gerecht zu werden, hätte dieser qualitative Katalog von Schadstoffen der Ergänzung durch quantitative Angaben zu üblicher Weise in Raumluft anzutreffenden Schadstoffkonzentrationen bedurft. Auch müßte erwartet werden, daß ein Statusbericht an dieser Stelle die speziellen Methoden der Klimatechnik zur Minderung des jeweiligen Schadstoffes und deren Grenzen ausweist, statt dessen begnügt man sich „allgemeine Grundsätze der Schadstoff-

reduzierung und -beseitigung in der Raumluft“ anzuführen.

Des weiteren wäre anzumerken, daß der Schadstoffkatalog durchaus einer kritischen Überarbeitung und Ergänzung bedarf — so z.B. im Hinblick auf die Aufnahme und Differenzierung aromatischer Kohlenwasserstoffe oder die Möglichkeiten der Klimatechnik, Radonkonzentrationen zu mindern. Gleichfalls müßten auch synergetische Effekte, wie sie z.B. durch das Zusammenwirken von Schwefeldioxid und Schwebstaub gegeben sind, aufgezeigt werden.

In seinem zweiten Teil fordert der Statusbericht für die Forschung auf dem Sektor der Raumluftqualität und der Klimatechnik die Anerkennung des öffentlichen Interesses. Der Bedarf an Forschung wird in einer Reihe von Schwerpunkten gesehen, insbesondere aber in der Erforschung der gesundheitsschädlichen Auswirkungen der Schadstoffe in der Luft und in der Festlegung von Grenzkonzentrationen für Schadstoffe in der Raumluft. Auch hier sollte ein Statusbericht bestehende Grenzkonzentrationen z.B. für Kohlendioxid oder Formaldehyd nicht ignorieren.

2. Anerkennung des öffentlichen Interesses durch Schutz des Individuums

Nicht durch einen Forderungskatalog, sondern nur durch die Wende von der thermischen Klimatechnik weg hin zur hygienischen Klimatechnik kann die angesprochene Bränche die Anerkennung des öffentlichen Interesses beanspruchen, da insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Außenluftbelastung die Klimaanlage im besonderen Maße geeignet sein könnte, die Gesundheit und das Leben des Individuums vor schädlichen Umwelteinflüssen dieser Art zu schützen.

Den Schutz des Individuums hat der Gesetzgeber sich selbst zur Pflicht gemacht. So spricht er dem Individuum in Artikel 2, Abs. 2 des Grundgesetzes das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit zu, an gleicher Stelle schreibt er in Artikel 13 die Unverletzlichkeit der Wohnung fest. Den besonderen Anspruch des Individuums auf Schutz vor schädlichen Luftbelastungen bringt der Gesetzgeber in § 5 des Bundesimmissionschutzgesetzes zum Ausdruck:

| | |
|---|-----------------------|
| 1. MAK-Wert 1 ppm | 1,2 mg/m ³ |
| 2. Immissionsbegrenzungen | |
| 2.1 TA - Luft | - |
| 2.2. Luftreinhalteplan NRW / MAGS/95-Perzentil | 50 µg/m ³ |
| 2.3. Richtlinie VDI 2306 | |
| MIK ₀ | 30 µg/m ³ |
| MIK _x | 70 µg/m ³ |
| 3. Maximale Konzentrationen in Innenräumen BGA | |
| 0,1 ppm | 120 µg/m ³ |

Bild 1: Auflistung der festgesetzten Grenzkonzentrationen für Formaldehyd

| | |
|---|--|
| 1. MAK - Wert TRK - Wert | 10 ⁶ Fasern / m ³ |
| 2. TA - Luft | - |
| 3. Maximale Konzentration in Innenräumen BGA | deutlich unter 1000 Fasern / m ³ ~ 100 " (natürl. Belastung) |

Bild 2: Auflistung der festgesetzten und zu erwartenden Grenzkonzentrationen für Asbestfasern

1. Härtungsvorgang z.B. bei der Phenol-Formaldehyd-Kondensation

2. Oxidation von Methan bzw. Kohlenwasserstoff mit Luftsauerstoff

$$CH_4 + O_2 \longrightarrow H-C(=O)-H + H_2O$$

21 in der Hitze (Verbrennungsprozess)

22 durch Photoreaktion (hν) NO_x-katalysiert

Bild 3: Bildungsreaktionen für Formaldehyd

Genehmigungsbedürftige Anlagen sind so zu errichten und zu betreiben, daß schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren und erhebliche Nachteile für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können.

Hier unterscheidet der Gesetzgeber Kollektiv und Individuum, billigt aber bei

den gleichen Schutz zu. Um diesen Schutz gewährleisten zu können, ist der Gesetzgeber verpflichtet, für den jeweiligen Schadstoff Grenzwerte und Grenzkonzentrationen zu ermitteln.

2.1 Bedeutung der Grenzkonzentrationen

Solche Grenzkonzentrationen werden auch im vorliegenden Papier der „Klimatechnischen Verbände“ für Schadstoffe in der Raumluft gefordert. Es ist verständlich, daß der Ingenieur Zahlenmaterial benötigt, um seine Anlage auslegen zu können. Andererseits wird auch der Administration durch vorgegebene Grenzwerte die Vertretung eines Rechtsstandpunktes ermöglicht.

An dieser Stelle sollte aber das Mißverständnis ausgeräumt werden, daß mit Einhalten der Grenzkonzentration auch der Schutz des einzelnen einhergeht. Die Vorstellung, daß es Grenzkonzentrationen gibt, die man nur dauernd einhalten muß, um eine bestimmte schädliche Wirkung auszuschließen, hat weltweit die Festsetzung von Standards und Grenzwerten sowie die technischen Maßnahmen zur Luftreinigung beeinflusst.

Der Schutz durch die Grenzkonzentrationen trifft zwar für das Kollektiv zu, muß aber für das Individuum eingeschränkt werden.

2.2 Die lufthygienische Bewertung von Schadstoffen

Die Auslösung und Ausprägung bestimmter Wirkformen *W* der Schadstoffe bei Mensch, Pflanze oder Material ergeben sich konstant aus dem Produkt der einwirkenden Konzentration *c* und der Einwirkzeit des Schadstoffes.

$c \times t = \text{const.} = a \cdot W$

Der Ausprägungsgrad ist demnach der sogenannten Dosis $c \times t$ proportional. Gleiche Dosiswerte ergeben gleiche Wirkungswerte.

Grundsätzlich werden zwei verschiedene Wirkungsmuster unterschieden:

1. Gemäß EG-Deklaration vom 20. Dezember 1973 ist zur Auslösung einer Wirkung ein bestimmter Dosis-Grenzbetrag erforderlich, geringere Dosisbeträge erzeugen keine Wirkung, sie liegen im Bereich des „no effect levels“.
2. Jeder noch so kleine Dosiswert löst bereits eine Wirkung aus.

Nicht jeder Schadstoff erzeugt Wirkungen in beiden Wirkungsmustern. Der zweite Fall jedoch ist der kritischere, weil nach dem heutigen Stand der medizinischen Kenntnis mutagene und kanzerogene Wirkungen diesem Wirkungsmuster zuzuordnen sind.

1. Disproportionierung in Anwesenheit von Alkalilauge

$$2H-C(=O)-H + H_2O \xrightarrow{OH^-} CH_3OH + H-C(=O)-OH$$

11. Löslichkeit in Wasser

2. Luftchemische Reaktion → Halbwertszeit 3-4 (h)

$$2H-C(=O)-H \xrightarrow{h\nu} H_3C-OH + CO$$

3. Addition an Ammoniak

$$H-C(=O)-H + NH_3 \longrightarrow H-C(OH)(NH_2)-H \xrightarrow{H_2O} H-C(=O)-NH_2$$

Formaldimin

Bild 4: Formaldehydverbrauchende Reaktionen

2.3 Die Schutzfunktion von Grenzwerten

Schon bei der experimentellen Ermittlung von Grenzkonzentrationen schädlicher Wirkung, die an Pflanzen durchgeführt werden, zeigt sich eine mangelnde Reproduzierbarkeit bei den Individuen, obwohl die Randbedingungen unverändert sind. Nur im Kollektiv reagiert ein reproduzierbarer Anteil einzelner Pflanzen der gleichen Art auf eine Grenzkonzentration nach einem bestimmten Muster. Welche der einzelnen Pflanzen aber reagiert, kann nicht vorhergesagt werden.

Daraus ergibt sich, daß eine solche Grenzkonzentration für Individuen gleicher Art sehr stark schwankt und die Angabe einer Grenzkonzentration nur eine Wahrscheinlichkeitsaussage ist.

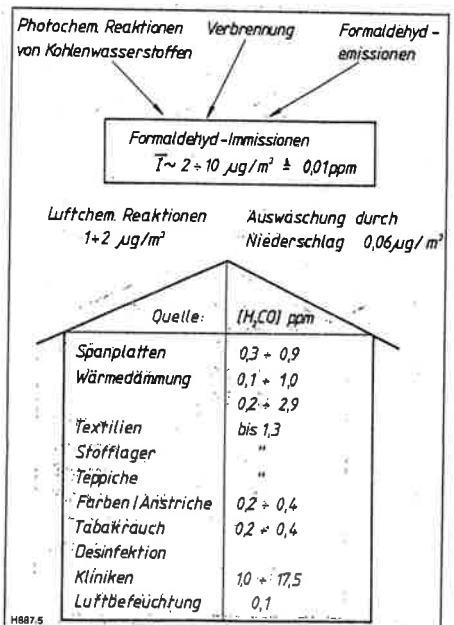


Bild 5: Die Formaldehydimmission in Belastungsgebieten im Vergleich mit möglichen Formaldehydkonzentrationen aus unterschiedlichen Quellen in Innenräumen

durch die ein Risiko begrenzt wird z.B. auf 5%. Dies bedeutet, daß auch bei Einhaltung der Grenzwerte dem Risikomaß entsprechend noch schädigende Wirkungen auftreten müssen [2].

3. Tendenzen der zu erwartenden maximal zulässigen Konzentrationen für Innenräume

Die maximal zulässigen Schadstoffkonzentrationen für Innenräume sollten wesentlich von dem Wirkungsmuster der Schadstoffe bestimmt sein. Für Schadstoffe, die nach Muster 2 wirken, sollte demnach die zulässige Grenzkonzentration gegen Null gehen.

Für die übrigen Schadstoffe müßten die maximal zulässigen Konzentrationen für Innenräume im Vergleich mit anderen Grenzwerten folgende Tendenzen aufweisen:

| Grenzwerte | Schutzbefohler | Schutzfunktion | Konzentration |
|--|---|----------------|----------------|
| Maximal zulässige Arbeitsplatzkonzentration MAK-Werte | Arbeitsfähiger gesünder Mensch 40 h/Woche | zunehmend ↓ | abnehmend ↓ |
| maximal zulässige Immissionskonzentration MIK-Werte | Kollektiv einschließlich Risikogruppen ständig | | |
| Maximal zulässige Konzentration für Innenräume | Individuum ständig | | |

3.1 Differenzierung der für Innenräume maximal zulässigen Konzentration am Beispiel des Formaldehyds

Will man die dargelegte Tendenz am Beispiel der Formaldehyd-Grenzkonzentrationen aufzeigen, so ergeben sich scheinbare Widersprüche (Bild 1).

- Die Immissionsbegrenzung läßt unterschiedliche Grenzwerte zu. Die unterschiedlichen Grenzwerte der Immissionsbegrenzung — insbesondere aber auch die Mittelwertbildung in NRW — bestätigen die Hypothese, daß ein Grenzwert zu einem administrativen Kompromiß erniedrigt werden kann. Die Schutzfunktion erscheint sekundär.
- Der zweite Widerspruch — nämlich der, daß die Innenraumkonzentration größer sein darf als die derzeit geltende maximale Immissionskonzentration — läßt sich mit dem Wirkungsmechanismus begründen: Die Intensivierung der Forschung zu den gesundheitlichen Auswirkungen des Formaldehyds hat nämlich ergeben, daß Formaldehyd sich nach Wirkungsmuster Nr. 1 verhält. Es gibt demnach also durchaus Formaldehydkonzentrationen, die ohne jegliche gesundheitliche Relevanz sind. Erst durch erhöhte Konzentrationen konnte im Tierversuch eine chronische Entzündung der Nasenschleimhäute festgestellt werden. Erst die chronische Entzündung scheint auf die Dauer zu krebsartigen Veränderungen zu führen [3].

Umfang und Aussagekraft der Untersuchungen scheinen die Festsetzung dieses Grenzwertes für Formaldehyd in Innenräumen zu rechtfertigen.

3.2 Differenzierung der für Innenräume maximal zulässigen Konzentration am Beispiel des Asbest

Bevor man im letzten Jahrzehnt für Asbest die TRK-Werte von 2 bzw. 1 Fa-

ser/cm³ einführte, wurden 100 bis 2000 Fasern/cm³ je nach Arbeitsplatz in der Spritzasbest-Isolierindustrie oder Asbestzementindustrie gefunden. Die nunmehr geltende Begrenzung der Faserzahl am Arbeitsplatz wird eigener Information zufolge schon im nächsten Jahr für eine bestimmte Asbestmodifikation — nämlich den Krokyolith — auf die Hälfte reduziert werden.

Der TRK-Wert kann nur gelten an Arbeitsplätzen, an denen asbesthaltige Materialien verarbeitet oder gehandhabt werden, nicht dagegen für Innenräume allgemein. Das Bundesgesundheitsamt schlägt daher begründet durch theoretische Studien für Innenräume eine Grenzkonzentration von deutlich unter 1000 Fasern/m³ vor [4] (Bild 2).

Hier wird durch die Festsetzung des Grenzwertes dem Individuum — speziell dem besonders gefährdeten Raucher — Rechnung getragen. Die Logik dieses Grenzwertes ist die, daß Asbestfasern schon in den kleinsten Konzentrationen zur Bildung von Lungenkrebs beitragen. Aus diesem Grunde ist die Asbestfaserkonzentration in Innenräumen an die na-

türliche Belastung von etwa 100 Fasern/m³ anzugleichen.

3.3 Schlußfolgerung aus der Differenzierung

Aus der hier ersichtlichen Berücksichtigung der beiden unterschiedlichen Wirkungsmuster bei der Festsetzung von maximal zulässigen Schadstoffkonzentrationen für Innenräume läßt sich schlußfolgern, daß für die kritischen als karzinogen erwiesenen Schadstoffe der entsprechende Grenzwert tatsächlich gegen Null gehen wird. Damit wird der Konzeptwandel von der thermischen zur hygienischen Klimatechnik zwingend.

4. Grenzen der thermischen Klimatechnik

Im folgenden soll aufgezeigt werden, daß der Möglichkeit der Schadstoffbeseitigung durch Luftaustausch infolge der Immissionssituation durchaus Grenzen gesetzt sein können. Herangezogen werden sollen die vorhergehenden Beispiele — Formaldehyd und Asbest, ergänzt durch die Beispiele Benzol und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe.

4.1 Formaldehyd

Das Formaldehydproblem machte vor etwa 10 Jahren im Zusammenhang mit einigen Kölner Schulneubauten von sich reden [5]. In diesem Zusammenhang setzte das Bundesgesundheitsamt 1977 den Richtwert von 0,1 ppm Formaldehyd für Innenräume fest. Arbeitsplätze sind ausgenommen.

Formaldehyd ist eine sehr reaktive Verbindung, wie aus den Reaktionsgleichungen der Bildung und des Abbaus zu entnehmen ist (Bild 3 u. 4).

4.1.1 Quellen des Formaldehyds in Innenräumen

Aus der Verwendung von etwa 80% der Formaldehyd-Jahresproduktion in der Holzindustrie könnte man ableiten, daß das Formaldehydproblem in der Raumluft sehr einfach an der Quelle — in diesem Falle bei den Spanplatten — zu bekämpfen sei. Die schematische Darstellung zeigt aber eine Reihe weiterer weniger bekannter Formaldehydquellen in Innenräumen auf, die häufig unterschätzt werden (Bild 5).

4.1.2 Möglichkeiten der Formaldehydminderung

Eine aktive Belüftung formaldehydbelasteter Innenräume bringt zwar eine Verbesserung der Luftqualität, ist aber abhängig von der vorliegenden Immissionsituation, die sich unter Umständen nur um eine Zehnerpotenz von der maxi-

mal zulässigen Konzentration an Formaldehyd in Innenräumen unterscheidet.

Andererseits läßt sich Formaldehydkonzentration durch eine Wäsche der Frischluft als hygienisierende Maßnahme leicht in den Bereich weniger Nanogramm/m³ absenken.

4.2 Asbest

In einer Reihe von Sporthallen und Schulen führten die zur Isolierung aufgebrauchten Spritzasbestmaterialien zu Innenraumbelastungen durch Asbest. Diese Belastungen lagen in den Größenordnungen bis zu 350 000 Fasern/m³ — Belastungen, die an den Quellen beseitigt werden müssen.

Weniger aufsehenerregend sind die Asbest-Raumlufbelastungen mit Faserzahlen von 1000 bis 3500 F/m³ in öffentlichen Gebäuden, Großraumbüros usw. Diese Belastungen könnten durchaus durch Verwendung asbesthaltiger Baumaterialien z.B. in abgehängten Decken zustande kommen. Andererseits sind Asbestfasern — trotz aller Bemühungen — in der Atmosphäre noch allgegenwärtig. In Reinluftgebieten liegen die Immissionswerte bei etwa 100 Fasern/m³, in Ballungs- und Belastungsgebieten findet man immerhin 1000 Fasern/m³ im Jahresmittel, die höchsten Durchschnittswerte liegen bei 10 000 bis 13 000 Fasern/m³ [6]. Wenngleich die übliche Filterkombination von Vor- und Feinstaubfilter zur Abscheidung solcher Schwebstoffe nicht ausreicht, steht der Klimatechnik doch in hochwertigen Feinstaubfiltern der Güteklasse C zumindest aber in den Schwebstofffiltern der Güte Q, R oder S die hier erforderliche Abscheidetechnologie zur Verfügung.

4.3 Benzol

In Gebäuden der Innenstadt in verkehrsreicher Lage findet man Benzolkonzentrationen von bis 10 µg/m³, die im wesentlichen auf die Immissionssituation zurückzuführen sind [7]. Benzol ist eine extrem karzinogene Substanz, so daß keine MAK-Werte, sondern nur TRK-Werte bzw. ERK-Werte formuliert werden.

Festgesetzt hat man für Benzol eine einzuhaltende Richtkonzentration von 13 mg/m³ für den Arbeitsplatz.

Gewährt dann die Benzolkonzentration in der Größenordnung von 10 µg/m³ in Innenräumen, wie sie durch eine mittlere Immissionssituation vorgegeben ist, eine ausreichende Sicherheit? Hier sei noch einmal an Wirkmuster 2 erinnert, das besagt, daß karzinogene Substanzen in allen Konzentrationen wirken. Auch sei daran erinnert, daß bei Zu-

Bild 6: Zusammensetzung des Zigarettenrauchs

| Partikel: | Konzentration $\left[\frac{\text{mg}}{\text{Zigarette}^a} \right]$ | |
|----------------------------|---|------------------------|
| | Hauptstrom | Nebenstrom |
| Teer | 208 | 44,1 |
| " | 10,2 ^b | 34,5 ^b |
| Nikotin | 0,92 | 1,69 |
| " | 0,46 ^b | 1,27 ^b |
| Benzo(a)pyren | $3,5 \times 10^{-5}$ | $1,35 \times 10^{-4}$ |
| " | $4,4 \times 10^{-5}$ | $1,99 \times 10^{-4}$ |
| Pyren | $1,3 \times 10^{-4}$ | $3,9 \times 10^{-4}$ |
| " | $2,7 \times 10^{-4}$ | $1,011 \times 10^{-3}$ |
| Fluoranthren | $2,72 \times 10^{-4}$ | $1,255 \times 10^{-3}$ |
| Benzo(a)fluoren | $1,84 \times 10^{-4}$ | $7,51 \times 10^{-4}$ |
| Chrysen, Benz(a)anthracen | $1,91 \times 10^{-4}$ | $1,224 \times 10^{-3}$ |
| Benzo(b,k,l)fluoranthren | $4,9 \times 10^{-5}$ | $2,60 \times 10^{-4}$ |
| Benzo(e)pyren | $2,5 \times 10^{-5}$ | $1,35 \times 10^{-4}$ |
| Dibenz(a,j)anthracen | $1,1 \times 10^{-5}$ | $4,1 \times 10^{-5}$ |
| Dibenz(a,h)anthracen | $3,1 \times 10^{-5}$ | $1,04 \times 10^{-4}$ |
| Indeno(1,2,3-ed)pyren | | |
| Benzo(ghi)perylen | $3,9 \times 10^{-5}$ | $9,8 \times 10^{-5}$ |
| Anthanthren | $2,2 \times 10^{-5}$ | $3,9 \times 10^{-5}$ |
| Phenol (gesamt) | 0,228 | 0,603 |
| Kadmium | $1,25 \times 10^{-4}$ | $4,5 \times 10^{-4}$ |
| Σ kondens. Aromaten | $1,3 \times 10^{-3}$ | $5,8 \times 10^{-3}$ |
| Gase: | | |
| CO | 18,3 | 86,3 |
| " | - | 72,6 |
| NH ₃ | 0,16 | 7,4 |
| CO ₂ | 63,5 | 79,5 |
| NO _x | 0,014 | 0,051 |
| Acrolein | 0,084 | 0,825 |
| Formaldehyd | - | 1,44 |

nahme bleifreien Benzins der Benzolannteil in der Außenluft zunehmen wird. Die gleiche Konzentration des Benzols in der Außen- und Innenluft läßt zunächst aufmerken. Geht man doch im allgemeinen davon aus, daß die Schadstoffkonzentrationen z.B. von SO₂, NO_x, CO oder O₃ sich in der Innenluft gegenüber ihren Außenluftkonzentrationen erheblich vermindern, s.a. [8]. Dies ist im wesentlichen auf die polare Struktur und hydro-

phile Eigenschaften dieser Verbindungen zurückzuführen, die die Absorption bzw. Adsorption begünstigen, wodurch sich eine Konzentrationsminderung der Schadstoffe in der Innenraumluf von 50% und mehr ergibt.

Für unpolare, hydrophobe Verbindungen, wie das Benzol eine ist, erschweren sich konzentrationsmindernde Maßnahmen durch Ab- oder Adsorption. Wegen des Wirkmusters müßte Benzol andererseits vollständig aus der Raumluf entfernt werden.

4.4 Tabakrauch

Benzol ist eine aromatische Verbindung und daher geeignet zu einer Raumlufbelastung überzuleiten, die schlechthin als Tabakrauch im Statusbericht aufgeführt ist.

Wie jeder weiß, enthält Tabakrauch ein ganzes Spektrum org. Verbindungen. Im wesentlichen handelt es sich dabei um polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, denen man zumindest teilweise krebserregende Eigenschaften zuordnen muß.

Der Auflistung der wichtigsten Bestandteile des Tabakrauches in Masseneinheit/Zigarette [9] sollen die Immissionskonzentrationen einiger analoger kondensierter Aromaten im Belastungsgebiet Essen [10] gegenübergestellt werden (Bilder 6 u. 7).

Diese Gegenüberstellung macht klar, daß z.B. in einem Raum von 50 m³ aus

| Partikel: | Immission [mg/m ³] |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Benzo (b) naphtho - (2,1-d) thiophen | $1 + 55,8 \times 10^{-6}$ |
| Benzo (c) phenanthren | $1 + 141 \times 10^{-6}$ |
| Benzo (ghi) fluoranthren | $10 + 20 \times 10^{-6}$ |
| Benzo (a) anthracen | $2,2 + 24,2 \times 10^{-6}$ |
| Cyclopenta (c,d) pyren | $2,3 + 131 \times 10^{-6}$ |
| Chrysen | $1,5 + 255 \times 10^{-6}$ |
| Benzo (b) fluoranthren | $1,5 + 162 \times 10^{-6}$ |
| Benzo (j,k) fluoranthren | $0,3 + 334 \times 10^{-6}$ |
| Benzo (e) pyren | $1,3 + 229 \times 10^{-6}$ |
| Benzo (a) pyren | $1,0 + 299 \times 10^{-6}$ |
| Indeno (1,2,3-cd) pyren | $0,9 + 149 \times 10^{-6}$ |
| Benzo (ghi) perylen | $1,4 + 138 \times 10^{-6}$ |
| Anthanthren | $0,1 + 44 \times 10^{-6}$ |
| Coronen | $0,5 + 100 \times 10^{-6}$ |

Bild 7: Immissionskonzentrationen polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe im Belastungsgebiet Essen

der Immission schon eine Belastung an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen vorliegen kann, die der aus dem Rauch von 50 Zigaretten entspricht.

Durch die Hinwendung zur hygienischen Klimatechnik stellt sich auch hier die Aufgabe, die Konzentration an polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Innenräumen möglichst zu beseitigen.

Auch hier sind sicherlich besondere Methoden der Minderung erforderlich, zumal sich diese polycyclischen Verbindungen durch einen gewissen Dampfdruck bei niedrigen Temperaturen auszeichnen, der ihre dauernde Adsorption erschwert.

5. Zusammenfassung

Die Anerkennung des öffentlichen Interesses an Forschungen zu Problemen

der Klimatechnik ist durch konsequentes Streben nach Schutz des Individuums möglich. Der Schutz des Individuums läßt sich nur verwirklichen, wenn Grenzwerte für luftbelastende Stoffe in Innenräumen unter Berücksichtigung der beiden unterschiedlichen Wirkmuster erstellt werden. Für luftbelastende Stoffe mit „no effect levels“ stehen der Branche Techniken zur Minderung zur Verfügung; für luftbelastende Stoffe, die in noch so kleiner Dosis wirken, muß deren vollständige Beseitigung aus der Raumluft angestrebt werden. Hierfür stehen zumindest Methoden zur Verfügung. [H 887]

Literaturverzeichnis

[1] TAB 12/84 S. 869/70.

[2] *Stratmann, H.*: Organische Verunreinigungen in der Umwelt. Erkennen, Bewerten, Vermindern; Erich Schmidt Verlag, 1978.

[3] Formaldehyd: Schriftenreihe des Bundesministers für Jugend, Familie und Gesundheit, Bd. 148; Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart/Berlin/Köln/Mainz.

[4] *Aurand, K., u. W. S. Klersky*: Gesundheitliche Risiken von Asbest. Berichte des Gesundheitsamtes 1981, Berlin 4, S. 1/28.

[5] *Deimel, M.*: Erfahrungen über Formaldehyd-Raumluftkonzentrationen in Schulneubauten; Org. Verunreinigungen in der Umwelt, S. 416/427; Erich Schmidt Verlag, Berlin 1978.

[6] *Lohrer, W.*: Asbestbelastete Innenräume — Analyse und Bewertung des Gefahrenpotentials Staub — Reinhalt. Luft 43 (1983) Nr. 11 S. 434/38.

[7] LIS Berichte Nr. 36: Benzol-Immissionsmessungen im Lande NW; Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Essen 1983; ISSN 0720 — 8499.

[8] *Wanner, H. U.*: Hygienische Beurteilung von Verunreinigungen der Wohnraumluft; ISBN 3-503-01713-5 5.405.

[9] Indoor Pollutants: National Academy Press; Washington D. C. 1981, S. 157.

[10] Immissionsmessungen von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH); Untersuchungen im Auftrag des Ministers für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen.

INTERESSENGEMEINSCHAFT RAUMLUFT- UND REGELTECHNIK

Die intensiven und beharrlichen Bemühungen der Fachgruppe Meß-, Steuer- und Regelanlagen (MSR) im VDMA, die MSR-Technik von den bisherigen haustechnischen Leitgewerken zu trennen und in ein gesondertes Planungs-, Ausschreibungs- und Ausführungsprogramm einzubringen, hat zur Gründung der Interessengemeinschaft Raumluft- und Regeltechnik geführt, welche von den Firmen Kessler + Luch GmbH, Gießen, Krantz GmbH & Co. KG, Aachen, LTG Lüfttechnische GmbH, Stuttgart, Luwa GmbH, Frankfurt/Main, Rüd. Otto Meyer, Hamburg, Heinrich Nickel GmbH, Betzdorf, Sulzer Anlagen- und Gebäudetechnik GmbH, Stuttgart, und Turbon-Tunzini Klimatechnik GmbH, Bergisch-Gladbach, getragen wird.

Diese Unternehmen treten einer Aufspaltung des Dienstleistungsbereichs MSR von der Technischen Gebäudeausrüstung nachdrücklich entgegen und fordern dessen Ansiedlung bei dem Leitgewerk Raumlufttechnik.

Sie begründen ihren Standpunkt folgendermaßen:

Hohe Preise und fachliche Inkompetenz werfen die Befürworter einer getrennten Vergabe von MSR-Komponenten den heizungs-, Lüftungs- und klimatechnischen Anlagenbauern vor und fordern deshalb eine Aufspaltung der haustechnischen Gewerke. Daß ein solches Postulat nicht unproblematisch ist, hat die öffentliche Hand frühzeitig erkannt und ihre Vergabe- und Vertragsordnung (VOB) nicht von ungefähr auf der Basis eines ungeteilten haustechni-

schen Gesamtsystems aufgebaut. Die Schaffung von gefährlichen Zusatzschnittstellen in einem sehr gut abgrenzbaren Gesamtsystem verbietet sich eigentlich von selbst. Für den konkreten vorliegenden Fall der beabsichtigten Aufspaltung der haustechnischen Gewerke in einen mechanischen und einen MSR-Teil ergeben sich für Bauherr, Planer und ausführende Firmen erhebliche sachliche, terminliche und rechtliche Probleme.

Ein Regelkreis besteht aus der Regelstrecke und den Komponenten Fühler, Regler und Stellantrieb. In der bisher bewährten Gewerketeilung werden üblicherweise Regler und Fühler von MSR-Firmen in deren Werken assembliert und den Anlagenbauern zugeliefert. Die Regelstrecke als wichtigster Teil des Gesamtsystems einschließlich der Stellglieder wird von den technischen Gebäudeausrüstern erstellt. Diese Verfahrenstechnik kann nur der Anlagenbauer liefern. Seine Kenntnisse und Erfahrungen, aber auch seine Gesamtverantwortung sind für die Funktion der Gesamtanlage und für die richtige Auslegung und Platzierung einer Regelanlage unverzichtbar. Die vermehrte Anzahl der Schnittstellen (Schnittstellen nehmen gegenüber unaufgespaltener Vergabe um ein Vielfaches zu) potenziert die kaufmännischen und organisatorischen Schwierigkeiten bei der Planung und Abwicklung der haustechnischen Gewerke.

Dies betrifft im einzelnen:

- ▶ die Prüfung der Aufgabenstellung im Sinne der VOB,

- ▶ die Terminkoordination und -verfolgung,
- ▶ den Mehraufwand bei der Anlageninbetriebnahme,
- ▶ die Einweisung des Bedienungspersonals,
- ▶ die unterschiedliche Vertragsgestaltung,
- ▶ fehlende Deckungsgleichheit der Gewährleistungszeiträume,
- ▶ die Verwischung der Gewährleistungsnahstellen.

Für den Bauherrn besteht die Gefahr der Beweisnot bei der Geltendmachung von Gewährleistungsansprüchen. Geteilte und daher unklare Verantwortlichkeiten werden zu kostenintensiven und zeitraubenden Nachweisen in Gewährleistungsfällen führen.

Gerade Bauherren und Planer sollten bei einer möglichen Aufspaltung der haustechnischen Gewerke kritisch prüfen, ob sie es nicht sind, die am Ende in Form von Funktionsmängeln, Terminverzügen und Rechtsschwierigkeiten für Vergabeexperimente zahlen müssen.

Die Mitglieder der Interessengemeinschaft Raumluft- und Regeltechnik werden daher im Interesse ihrer Kunden und deren Fachberater aus dem Kreise der Architekten und beratenden Ingenieure ihren fachlichen Einfluß geltend machen und ihre Kapazitäten mobilisieren, um die einheitliche Leistungsausschreibung und -vergabe zu erhalten. Gerade die weitere Ausdehnung und Verfeinerung der Steuer- und Regeltechniken verlangt die umfassende Funktionsgewähr der Hersteller des Leitgewerks. [H 9325]