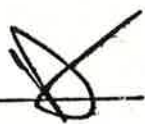


UM DIE RAUMLUFTQUALITÄT

Prof. Dr. Rosenkranz, Köln



Die Verbände der Klimatechnik ASHRAE und FGR veröffentlichten in vorliegender Zeitschrift [1] im Dezember 1984 einen Statusbericht zur Problematik der Raumluftqualität in Aufenthaltsräumen.

Dieses Papier sollte die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf die Bedeutung der Raumluft für den Menschen lenken und war vornehmlich für Politiker gedacht. Nach der nunmehr verstrichenen Zeit von annähernd zwei Jahren steht die Frage nach zwischenzeitlichen Entwicklungen zur Problematik Raumluftqualität in Aufenthaltsräumen an, die Frage nach dem Erfolg, der der Forderung nach öffentlichem Interesse an einer Quantifizierung des gesundheitlichen Risikos durch Luftverunreinigungen in Aufenthaltsräumen beschieden ist.

Richtwerte statt Grenzwerte

Mit der Aufforderung, die besondere Aufmerksamkeit Schadstoffen zu widmen, die innerhalb des Gebäudes erzeugt werden, schränkt man den Anspruch auf die Gewährung öffentlichen Interesses an o. g. Fragen stark ein, da die definierte Zuständigkeit des Staates für die Qualität der Außenluft damit ausgeklammert ist.

Dabei hat der Gesetzgeber durchaus seine Schwierigkeiten, das Recht des Einzelnen auf körperliche Unversehrtheit im Hinblick auf die Luftbelastung z. B. in Ballungsgebieten zu garantieren.

So sind nach § 5 des BImSchG genehmigungsbedürftige Anlagen 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.

Daß dies keineswegs immer vollständig gelingt, obwohl die Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden, ist am Beispiel einer Untersuchung zur Verbreitung der Bronchitis in Belastungsgebieten (hier Ruhrgebiet) zu erkennen. Danach sind die einzelnen Klientele in den Belastungsgebieten eindeutig stärker gefährdet als in den Reinluftgebieten.

Grenzkonzentration

Die hier angesprochenen Grenzwerte für die maximale Immissionskonzentration widersprechen daher der landläufigen Vorstellung, Grenzwerte jeglicher Art müßten nur eingehalten werden, um jegliches Risiko auszuschließen. Diese Vorstellung trifft zwar für das Kollektiv zu, muß aber für das Individuum eingeschränkt werden.

Die Dosis als lufthygienische Bewertung von Schadstoffen

Schon Paracelsus wußte, daß es die Dosis ist – das Produkt aus einwirkender Konzentration c und Einwirkzeit des Schadstoffes t – von der abhängt, ob ein Stoff schädlich ist oder nicht.
 $c \cdot t = \text{const.}$

Grundsätzlich werden zwei verschiedene Wirkmuster unterschieden:

1. Gemäß EG-Deklaration vom 20.12.1973 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.

Das 2. Wirkmuster ist das kritischere, weil nach heutigem Stand der medizinischen Kenntnis mutagene und kanzerogene Wirkungen diesem Wirkmuster zugeordnet werden.

Schutzfunktion von Grenzwerten

Trotz unveränderter Randbedingung zeigt sich bei der experimentellen Ermittlung von Grenzkonzentrationen eine mangelnde Reproduzierbarkeit für die Individuen. Dies läßt sich dadurch erklären, daß nur im Kollektiv ein reproduzierbarer Anteil von Indi-

viduen der gleichen Art auf eine Grenzkonzentration nach einem bestimmten Muster reagiert. Welches der Individuen aber reagiert, kann nicht vorhergesagt werden.

Demnach ist die Grenzkonzentration für das Individuum nur eine Wahrscheinlichkeitsaussage, durch die ein Risiko begrenzt wird. Dies bedeutet auch, daß bei den Individuen – auch bei Einhaltung der Grenzwerte – dem Risikomaß entsprechend noch schädigende Wirkungen auftreten müssen [3].

Aufgabe neuer Grenzwerte zur Begrenzung der Schadstoffe in der Innenraumluft ist, das Risiko des Einzelnen unter Berücksichtigung des Wirkmusters Nr. 2 weitgehend zu mindern. Dabei ist der Begriff »Grenzwert« durchaus auch als »Terminus Technicus« zu verstehen, nämlich als Wert, zu dessen Durchsetzung rechtliche Regelungen erforderlich sind.

Diesen Status besitzen die wohnhygienischen Richtwerte nicht, vielmehr handelt es sich hier um Empfehlungen nach wissenschaftlichen Erkenntnissen. Bei Überschreiten dieser Richtwerte sind einfache und wirksame Maßnahmen zur Reduktion der Schadstoffkonzentration zu erwägen.

Tabelle 1: Wohnhygienische Richtwerte

Formaldehyd	0,1 ppm
Ozon	0,03 ppm
Asbest	deutlich unter 1000 Faser/m ³
Radon	500 Bq/m ³

Definition der Zielgruppe

Im Statusbericht wird der Begriff Aufenthaltsraum extrem weit gefaßt. Er umfaßt alle Räume, in denen Menschen sich aufhalten – mit Ausnahme rein industrieller Fertigungsstätten. In diesem umfassenden Anspruch sind alle die Räume einbezogen, die hinsichtlich der Raumluftqualität schon konkreten Anforderungen – nämlich den MAK-Werten – genügen müssen, weil sich Arbeitnehmer hier aufhalten.

Der Schutz vor gefährlichen Stoffen im Arbeitsleben ist durch die Vorschriften der Verordnung über gefährliche Arbeitsstoffe vom 11.2.1982 geregelt. In dem hier einschlägigen 3. Abschnitt der Verordnung »Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen« wird im § 11 der Geltungsbereich der Vorschriften festgelegt. Die Umgangsregelungen sind immer dann anzuwenden, wenn Arbeitnehmer beschäftigt werden. Hierbei ist es unerheblich, ob es sich um industrielle oder sonstige Arbeitsplätze aus anderen Bereichen des Arbeitslebens handelt. Insofern kann nur festgestellt werden, daß diese Vorschriften auch für die Büroarbeitsplätze gelten. Die Vorschriften sind immer dann anzuwenden, wenn der Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen stattfindet. Dem Umgang sind Tätigkeiten im Gefahrenbereich dieser Arbeitsstoffe gleichgestellt. Damit sind auch solche Vorgänge erfaßt, bei denen die Arbeitnehmer selbst die Arbeitsstoffe weder herstellen noch verwenden, durch ihr Vorhandensein aber gesundheitlichen Einwirkungen ausgesetzt werden können. Dabei wäre die Regelung bei Überlappung von Aufenthaltsraum und Arbeitsstätte durchaus beachtenswert; denn gilt für den Sparkassenbesucher dieselbe Begrenzung der Raumluftkonzentration wie für den Sparkassenangestellten, ist dem Kind im Kindergarten dieselbe Konzentration wie der Kindergärtnerin zuzumuten, muß der Gast in der Gaststätte dieselbe Raumluftkonzentration ertragen wie der Kellner?

Raumluftbelastung:

Quellen der Raumluftbelastung

Die Quellen der Raumluftbelastung sind unterschiedlicher Natur. Die natürliche Belastung der Raumluft geht auf die Atemvorgänge zurück. Hier wird durch den Atmungsvorgang Kohlendioxid und Wasser freigesetzt und Sauerstoff verbraucht.

Die Raumluftbelastung, an die im Sinne des Statusberichtes ge-



dacht ist, geht aber viel mehr auf Verbrennungsvorgänge und die Handhabung von Chemikalien in Wohnungen und Gebäuden zurück, auf die Emission von Baumaterialien und Einrichtungsgegenständen im Inneren des Gebäudes und auf die Raumluftbelastung durch die Emission von Altlasten aus Böden sowie durch die Außenluft.

Handhabung von Chemikalien in Aufenthaltsräumen

Bei der Raumluftbelastung durch Emissionen im Inneren des Gebäudes sind zwei wesentliche Handlungsunterschiede zu treffen; wird die Chemikalie professionell oder privat gehandhabt, werden die Baumaterialien und Einrichtungsgegenstände durch Privatpersonen oder werden sie professionell eingebracht?

Minderung der Raumluftbelastung im privaten Bereich

Bei seinem Ziel, die Belastung der Raumluft im privaten Bereich zu mindern, obliegt es dem Gesetzgeber, gesundheitliche Standards zu verfolgen, ohne andererseits die grundgesetzlich garantierte Handlungsfreiheit der Bürger im privaten und wirtschaftlichen Bereich aus den Augen verlieren zu dürfen.

Hinweise und Merksätze

Der privaten Handhabung von Chemikalien in der eigenen Wohnung oder der privaten Ausstattung einer Wohnung oder eines Gebäudes mit Baumaterialien und Einrichtungsgegenständen ist aufgrund des Artikels 13 des Grundgesetzes, in dem die Unverletzlichkeit der Wohnung garantiert wird, allenfalls mit Hinweisen und Merksätzen zu begegnen.

Diese Beteiligung des Verbrauchers an der Verbesserung der Innenraumluftqualität setzt voraus, daß die Bevölkerung über alle wesentlichen Zusammenhänge der Schadstoffbelastung der Innenraumluft und die Möglichkeiten für deren Reduzierung umfassend aufgeklärt wird.

Gesetzliche Maßnahmen

Die Bundesregierung kann dem Erwerb solcher Chemikalien und Mittel, bei deren Gebrauch der Verbraucher Gefahr läuft, die Raumluft erheblich zu belasten, entsprechend § 17 des Chemikaliengesetzes entgegenzutreten. Die erhebliche Belastung ist aber nach Art, Umfang und Wirkungsweise exakt zu definieren. Aus diesem Grunde wird dieser Weg nur selten und zögerlich beschritten.

Dagegen ist in diesem privaten Bereich ein erheblicher Fortschritt dadurch erzielt worden, daß eine freiwillige Beschränkung der Industrie erfolgte. So ist beispielsweise der Einsatz von Fluorkohlenwasserstoffen in Spraydosen durch Absprache mit der Industrie EG-weit gegenüber 1976 um 40% verringert worden. Die Lackmittelindustrie hat sich 1984 zur Senkung des Lösemittelgehalts innerhalb von 5 Jahren um 25% verpflichtet. Die chemische Industrie hat zugesagt, spätestens ab Mitte 1985 kein Pentachlorphenol mehr in Holzschutzmitteln einzusetzen. Es ist zu hoffen, daß dieses Pentachlorphenol nicht weitgehend durch Tetrachlorphenol ersetzt worden ist.

Innovation

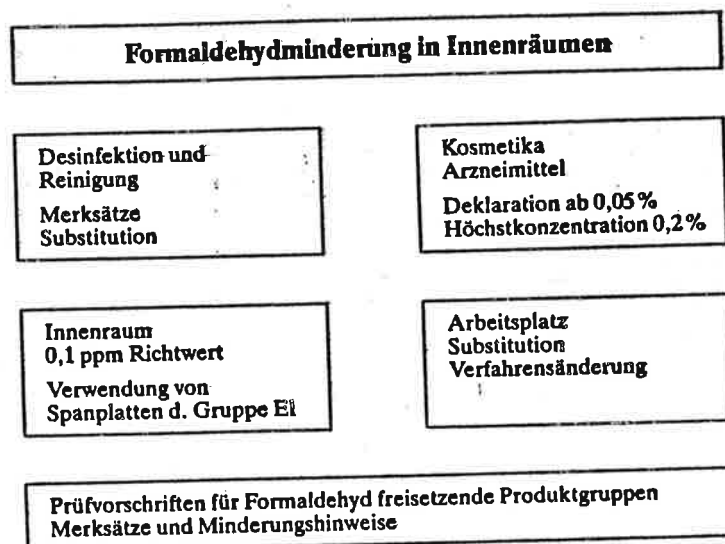
Weiterhin hat die chemische Industrie sich kürzlich verpflichtet, verstärkt durch chemische Stoffe, die im Innenraum eingesetzt werden, durch weniger gefährliche zu ersetzen, d. h. die Innovation in diesem Bereich zu verstärken und bemüht zu sein, solche gefährlichen Stoffe mit weitgehenden Verbraucherinformationen zu versehen, um mögliche Gefahren zu verhindern (also auch hier Hinweise und Merksätze).

Raumluftbelastung durch Ausbaumaßnahmen

Dagegen greifen administrative und gesetzgeberische Maßnahmen hinsichtlich der Raumluftqualität immer ein, wenn ein Gebäude professionell mit Baumaterialien versehen und mit Einrich-

tungsgegenständen ausgestattet wird. Hier gilt die Bauordnung, und zwar wird aufgrund der Musterbauordnung vom 11. Dezember 1981 im § 3 festgehalten, daß bauliche Anlagen insbesondere Leben und Gesundheit nicht gefährden dürfen; sie müssen ihrem Zweck entsprechend ohne Mißstände zu benutzen sein.

Tabelle 2: Konzentrierte Maßnahmen zur Minderung der Raumluftbelastung am Beispiel des Formaldehyds



Asbest

Die seinerzeit in Sporthallen und Schulen zur Isolation aufgebrauchten Spritzasbestmaterialien führten zu Raumbelastungen durch Asbest in den Größenordnungen bis zu 350000 Fasern/m³.

Tabelle 3: Begrenzung der Asbestfaserzahlen in der Raumluft

Mittlere Asbest-Faserzahlen in Gebäuden:	1000–3500 F/m ³
Richtwert:	100 F/m ³
(Entsprechend der Empfehlung des BGI deutlich unter 1000 Fasern/m ³ , Natürliche Belastung 100 Fasern/m ³)	

Die in Gebäuden gebundenen Asbestfaserzahlen müssen keineswegs unbedingt aus den Ausbaumaterialien des Gebäudes selbst stammen, sondern können auch aus der Außenluft stammen. Die über die Atmosphäre eingebrachten Fasern verteilen sich dann aber in charakteristischer Weise auf bestimmte Faserlängen.

Die Asbestfasern der Atmosphäre verteilen sich auf folgende durchschnittliche Größen:

10–15% L > 5 µm

30–40% L = 2,5–5 µm

Derzeit werden aber nur Fasern mit einer Länge > 5 µm bewertet.

Tabelle 4: Asbest-Immission [4]

Reinluftgebiet:	100 Fasern/m ³
Ballungs- und Belastungsgebiet	
Fahresmittel:	10000 Fasern/m ³
Maximaler Durchschnitt:	10–10000 Fasern/m ³

Mineralfasern

Nicht ganz so kritisch wie die Raumluftbelastung durch Asbestfasern ist die Belastung mit Mineralfasern aus wärme- und schalldämmenden Maßnahmen. Wenngleich das Gefährdungspotential hier nicht klar umrissen ist, muß erwähnt werden, daß infolge solcher Dämm-Maßnahmen zunächst mit bis zu 10⁵ Fasern/m³ zu rechnen ist.



Formaldehyd

Da etwa 80% der Formaldehyd-Jahresproduktion Verwendung finden, könnte angenommen werden, das Formaldehydproblem sei sehr einfach an dieser Quelle – nämlich der Spanplatte – zu bekämpfen. In Innenräumen treten aber eine Reihe weiterer Formaldehydquellen auf, die in ihrer raumluftbelastenden Wirkung häufig unterschätzt werden.

Tabelle 5: Quellen der Raumluftbelastung durch Formaldehyd

Quelle	Raumluftbelastung
Spanplatten	300– 900 µg/m ³
Wärmedämmung, Duschäume	100– 1000 µg/m ³
Farben/Anstriche	200– 400 µg/m ³
Tabakrauch	200– 400 µg/m ³
Außenluft/Immissionssituation	2– 10 µg/m ³

Durch Luftwäsche läßt sich die Formaldehydkonzentration sehr leicht auf 0,06 µg/m³ erniedrigen.

Tabelle 6: Begrenzung der Formaldehyd-Konzentration in der Raumluft

mittlere Formaldehyd-Konzentration	2– 10 µg/m ³
erhöhte Formaldehyd-Konzentration infolge Raumausbau und Ausbau	50– 400 µg/m ³
Richtwert	120 µg/m ³

Holzschutzmittel

Trotz ständiger Warnung vor dem Gebrauch von Holzschutzmitteln in Innenräumen wegen des damit verbundenen gesundheitlichen Risikos werden in der Bundesrepublik Deutschland jährlich rund 50000 t chemischer Holzschutzmittel überwiegend im Innenbereich verstrichen [5].

Als besonders gesundheitsgefährdend sind die Mittel einzustufen, die die Wirkstoffe Pentachlorphenol und Lindan enthalten; aber auch Ersatzstoffe wie Dichlorfluorid, Xiligen Al sowie Chlorphthalonil.

Tabelle 7: Pentachlorphenol-Konzentrationen in der Raumluft

mittlere Pentachlorphenol-Konzentration [12]	5– 15 µg/m ³
anfängliche Pentachlorphenol-Konzentration nach der Holzbehandlung (abklingend)	100– 400 µg/m ³

Handhabung von Chemikalien in Innenräumen

Bei der Handhabung von Chemikalien im Haushalt werden in der Regel leicht flüchtige organische Verbindungen wie

- Alkohol/Phenole
 - Aldehyde
 - Ketone
 - organische Ester
 - Halogenkohlenwasserstoffe
- freigesetzt.

Wegen des relativ hohen Dampfdruckes dieser Verbindungen wird die Raumluft während der Handhabung und des Gebrauchs dieser Chemikalien in charakteristischer Weise kurzfristig belastet. Die Belastung klingt schnell wieder ab. Hier wurde auf mögliche Minderungsmaßnahmen bereits hingewiesen.

Raumluftbelastung durch Verbrennungsvorgänge

Obwohl je nach Versorgung der Feuerungsstätte z. B. in der Küche nicht unbeträchtliche Raumluftbelastungen durch NO_x beobachtet werden, sollte das Augenmerk vielmehr auf die polycyclischen Kohlenwasserstoffe gerichtet werden, die bei mehr oder weniger vollständiger Verbrennung entstehen. Solche polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe bilden sich sowohl im Kaminfeuer als auch beim Rauchen einer Zigarette und besitzen zumindestens teilweise krebserregende Eigenschaften.

Um die Raumluftbelastung durch das Rauchen abschätzen zu können, sind die wichtigsten Bestandteile des Zigarettenrauchs [6] in Masseneinheit/Zigarette in Tabelle 8 aufgelistet.

Tabelle 8: Zusammensetzung des Zigarettenrauchs [7]

Partikel:	mg Zigarette	
	Hauptstrom	Nebstrom
Teer	20,8	44,1
Teer	10,2	34,5 ^b
Nikotin	0,92	1,69 ^b
Nikotin	0,46 ^a	1,27 ^b
Benzo(a)pyren	3,5 × 10 ⁻⁵	1,35 × 10 ⁻⁴
	4,4 × 10 ⁻⁵	1,99 × 10 ⁻⁴
Pyren	1,3 × 10 ⁻⁴	3,9 × 10 ⁻⁴
	2,7 × 10 ⁻⁴	1,011 × 10 ⁻³
Fluoranthren	2,72 × 10 ⁻⁴	1,255 × 10 ⁻³
Benzo(a)fluoren	1,84 × 10 ⁻⁴	7,51 × 10 ⁻⁴
Chrysen, Benz(a)anthracen	1,91 × 10 ⁻⁴	1,244 × 10 ⁻³
Benzo(b/k/l)fluoranthren	4,9 × 10 ⁻⁵	2,60 × 10 ⁻⁴
Benzo(e)pyren	2,5 × 10 ⁻⁵	1,35 × 10 ⁻⁴
Dibenz(a,j)anthracen	1,1 × 10 ⁻⁵	4,1 × 10 ⁻⁵
Dibenz(a,h)anthracen	3,1 × 10 ⁻⁵	1,04 × 10 ⁻⁴
Indeno-(1,2,3-cd)pyren		
	3,9 × 10 ⁻⁵	9,8 × 10 ⁻⁵
Benzo(ghi)perylene	2,2 × 10 ⁻⁵	3,9 × 10 ⁻⁵
Anthracen	0,228	0,6
Phenol(gesamt)	1,25 × 10 ⁻⁴	4,5 × 10 ⁻⁴
Kadmium		
	1,3 × 10 ⁻³	5,8 × 10 ⁻³
Σ kondens. Aromaten		

Vergleicht man diese Konzentrationen polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe mit der Immissionskonzentration solcher Verbindungen in Belastungsgebieten [8], Tabelle 9, so muß bezweifelt werden, ob eine so vorbelastete Außenluft einem Gebäude als Frischluft zugeführt werden sollte.

Tabelle 9: Immissionskonzentration polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe im Belastungsgebiet Essen

Partikel:	Immission mg/m ³
Benzo(b)naphto(2,1-d)fluorphenol	1– 55,8 × 10 ⁻⁶
Benzo(e)phenanthren	1– 141 × 10 ⁻⁶
Benzo(ghi)fluoranthren	10– 20 × 10 ⁻⁶
Benzo(a)anthracen	2,2– 242 × 10 ⁻⁶
Cyclopenta(cd)pyren	2,3– 131 × 10 ⁻⁶
Chrysen	1,5– 255 × 10 ⁻⁶
Benzo(b)fluoranthren	1,5– 162 × 10 ⁻⁶
Benzo(j,k)fluoranthren	0,3– 334 × 10 ⁻⁶
Benzo(e)pyren	1,3– 229 × 10 ⁻⁶
Benzo(a)pyren	1,0– 299 × 10 ⁻⁶
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,9– 149 × 10 ⁻⁶
Benzo(ghi)perylene	1,4– 138 × 10 ⁻⁶
Anthracen	0,1– 44 × 10 ⁻⁶
Coronen	0,5– 100 × 10 ⁻⁶

Die in jüngerer Zeit gehäuft auftretenden Meldungen zu Gefährdungen von Menschen durch Altlasten der Böden sind weniger in der nachlässigen Abwicklung des seinerzeitigen Planfeststellungs- und Genehmigungsverfahrens begründet als vielmehr in der sich durchsetzenden Erkenntnis, daß Luftbelastungen auch in Konzentrationen, die mehrere Zehnerpotenzen unter der »Maximalen Arbeitsplatzkonzentration« liegen, eine konkrete Gesundheitsgefahr darstellen können.

Aufgrund der nun vorliegenden Erfahrungen können die Immissionen aus Altlasten des Bodens prinzipiell schon im Planfeststellungsverfahren erwartet und festgestellt werden. Sie sind also in einem der Baumaßnahme vorgelagertem Stadium auszuschließen.



Tabelle 12: Raumbelastung aus Altlasten

Vorbelastung	Qualität der Raumluft ⁵	Konzentration der Raumlufbelastung
Chemische Reinigung	Trichlorethylen Tetrachlorethylen	40 - 200 µg/m ³
Industrie	Benzol Toluol u. a. Aromaten	10 - 150 µg/m ³
Zn-Hütte	Quecksilber	0,1 - 1 µg/m ³

Gleichwohl werden in Häuser auf entsprechend vorgelagerten Böden Halogenkohlenwasserstoffe – hier insbesondere Trichlorethylen und Tetrachlorethylen –, aromatische Kohlenwasserstoffe mit Schwergewicht auf Benzol oder auch Quecksilber gefunden. In den Kellerräumen solcher Gebäude werden diese Raumlufbelastungen in erhöhter Konzentration gemessen.

Raumlufbelastung durch Radon

Der immer und überall vorhandene radioaktive Untergrund in einem Gebäude setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen. Zum einen aus der sogenannten Höhenstrahlung, die wesentlich von der Höhe über Meeresspiegel bestimmt ist und den Menschen im Mittel mit einer jährlichen Dosis von 33 mrem/a belastet. [10]

Zum anderen aus der terrestrischen Strahlung aus radioaktiven Isotopen, die in unterschiedlichen Konzentrationen überall auf der Erde vorhanden sind, so auch in den Baumaterialien wie Zement, Sand, Kies usw. als natürliche »Verunreinigung« enthalten sind. Nach Fertigstellung des Gebäudes hat man auf die sogenannte »natürliche Radioaktivität« keinerlei Einfluß, da alle radioaktiven Bestandteile in fester Form in den Wänden und decken der Gebäude enthalten sind.

Benzolbelastung der Raumluft

Während im ländlichen Raum Jahresmittelwerte für die Benzolimmission in der Größenordnung von 1 µg/m³. [8] Dies weist auf die dominierende Rolle des Kraftfahrzeugverkehrs unter den Benzol-Emittenten hin.

So findet man in Gebäuden in verkehrsreicher Lage des Citybereiches Konzentrationen bis zu 10 µg/m³ als Dauerbelastung.

Hier sei daran erinnert, daß bei Zunahme bleifreien Benzins der Benzolanteil in der Außenluft zunehmen wird.

Tabelle 10: Benzolbelastung der Raumluft

mittlere Benzolimmissionskonzentration	
ländlicher Bereich	1 µg/m ³
City-Bereich (verkehrsreich)	10-20 µg/m ³
Benzolkonzentration in der Raumluft (verkehrsreiche Lage)	10-15 µg/m ³

Tabelle 11: Verteilung aromatischer Kohlenwasserstoffe in der Luft über einer verkehrsreichen Straße [14]

Aromaten	Bürgersteig	fließender Verkehr
Benzol	28 µg/m ³	65 µg/m ³
Toluol	75 µg/m ³	182 µg/m ³
Athylenbenzol	12 µg/m ³	28 µg/m ³
m + p-Xylol	40 µg/m ³	75 µg/m ³
O-Xylol		
Cumol	10 µg/m ³	28 µg/m ³

Die Belastung der Raumluft durch die Immissionskomponenten SO₂; NO_x; CO und O₃

Wegen der stark polaren Struktur und wegen des weitgehend sauren Charakters werden diese oben genannten Verbindungen an den basischen Ausbaumaterialien absorbiert und chemisch gebunden. Die Konzentrationen dieser Verbindungen in der Raumluft sind gegenüber ihren Außenluftkonzentrationen in der Regel um 50 % und mehr gemindert [15].

Raumlufbelastung aus Emissionen des Bodens

Die Belastung der Raumluft aus Bodenemissionen kann einerseits aus Altlasten früherer Industrie- und Deponieanlagen herrühren, deren Gelände im nachhinein bebaut wurde, oder aber auch aus natürlichen Radon-Emanationen.

Raumlufbelastung durch Altlasten

Der Begriff der Altlast eines Bodens kann beispielhaft am Fall einer Wohnsiedlung auf dem Gelände einer stillgelegten Zinkhütte verdeutlicht werden:

Während der Boden hier normalerweise 0,01 - 1 mg Hg/kg enthält, wurden hier durchschnittlich 360 mg/kg gefunden, aber auch Spitzenwerte bis zu 27000 mg Hg/kg, die – über eine konkrete Gesundheitsgefahr hinausgehend – eine tödliche Dosis darstellen [9].

Eine Ausnahme bildet jedoch die natürliche Zerfallsreihe des Uran-238, da hier als Zwischenprodukt das radioaktive Edelgas radon-222 mit einer Halbwertszeit von 3,8 Tagen entsteht. Im Gegensatz zu der natürlichen Radioaktivität des Mauerwerks, die mit zunehmender Entfernung von der betreffenden Mauer sehr schnell abnimmt (z. B. 10 cm Wandstärke, Radium-Thorium-Gehalt 12 n Ci/kg – an der Oberfläche eine Strahlenbelastung von etwa 130 mrem/a; in 1 m Abstand Strahlenbelastung ca. 70 mrem/a) [13], diffundiert Radon als Gas aus dem Mauerwerk heraus und belastet die Raumluft. Bei Reduktion der Raumbelüftung infolge geschlossener Zentralheizungssysteme, durch verbesserte Abdichtung der Gebäude und durch veränderte Lüftungsgewohnheiten der Bewohner ist eine Verdoppelung der Radonkonzentration in der Raumluft nicht auszuschließen. [11]

Eine diesbezügliche Empfehlung der Strahlenschutzkommission wurde bereits 1980 herausgegeben.

Die im Auftrage des BMI in ca. 6000 Wohnungen durchgeführten Radon-Konzentrationsmessungen ergaben mittlere Werte von annähernd 50 Bq/m³. Bei einer Radon-Konzentration von über 500 Bq/m³ sollten auch nach Auffassung der Strahlenschutzkommission »einfache und wirksame Maßnahmen zur Reduktion der Radonkonzentration in bestehenden Gebäuden erwogen werden«.

Tabelle 13: Begrenzung der Radon-Konzentration in der Raumluft

Mittlere Radon-Konzentration:	50 Bq/m ³
Richtkonzentration für Radon in Innenräumen:	500 Bq/m ³

Des weiteren ergaben obige Untersuchungen, daß in Häusern mit erhöhter Radon-Konzentration die Hauptquelle der Radonzufuhr nicht die Radon-Exhalation der Baumaterialien, sondern die Radon-Zufuhr aus dem Boden ist. Erhöhte Radon-Konzentrationen sind in erster Linie in Häusern zu erwarten, die keinen ausreichend dichten Abschluß gegen die Radon-Zufuhr aus dem Boden haben.

Literatur

- [1] TAB 12/84, S. 869/70
- [2] Medizinisches Institut für Umwelthygiene an der Universität Düsseldorf, Verlautbarung MIN-II 86 M, Brochüre
- [3] Stramann, H.: Organische Verunreinigungen in der Umwelt: Erkennen, Bewerten, vermindern. Erich Schmidt Verlag 1978
- [4] Lohrer, W.: Asbestbelastete Innenräume – Analyse und Bewertung des Gefahrenpotentials Staub – Reinhalt. Luft 43 (1983) Nr. 11 S. 434/38
- [5] Information der Verbraucherzentrale Berlin. »Warnung vor Holzschutzmitteln« Mai 1986
- [6] Indoor Pollutants: National Academy Press; Washington DC 1981, S. 157
- [7] Rosenkranz, B.: HLH Bd. 36 (1985) Nr. 9, S. 445/449
- [8] LIS Berichte Nr. 36; Benzol-Immissionsmessungen im Lande NW, Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes NW, Essen 1983, ISSN 0720-8499
- [9] Information aus dem Hygieneinstitut des Ruhrgebietes
- [10] Schneider, A.: Radioaktivität von Baustoffen und Gebäuden; Inst. für Baubiologie und Ökologie, Abt. Verlag, 8201 Neubuere
- [11] Empfehlungen der Strahlenschutzkommission, 62. Sitzung, Bundesanzeiger vom 8.11.1986
- [12] Auernd, K.; von Nieding, G.: Luftqualität in Innenräumen, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – New York 1982
- [13] Messungen des Instituts für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes Berlin, v. A. Schneider, A.
- [14] Jahresbericht 1984, Umweltbundesamt
- [15] Wanner, H. U.: Hygienische Beurteilung von Verunreinigungen der Wohnraumluft ISBN 3-503-01713-5, 405