

Bis zu neunzig Prozent seiner Zeit verbringt der Durchschnittsbürger in geschlossenen Räumen, kranke und alte Menschen sogar mehr. Daher ist es nicht abwegig, bei der Diskussion über die Wirkung von Luftschadstoffen auf den Menschen auch die Qualität der Innenraumluft zu berücksichtigen. Doch erst seit kurzem spricht man über die Luftqualität in privat genutzten Räumen.

Aus Anlaß der Ölkrise 1973 propagierte man, mit den vorhandenen Energieressourcen sparsamer umzugehen und die Wärme in den eigenen vier Wänden zu halten. Dies führte zur Hochkonjunktur bei den Herstellern für Isolierfenster und Wärmedämmstoffe. Doch gut abgedichtete Türen und Fenster behinderten den nötigen Luftaustausch zwischen innen und außen, so daß sich in der Zimmerluft bestimmte Schadstoffe beachtlich anreichern konnten. Als Quellen kommen menschliche Aktivitäten (Rauchen, Energieversorgung, Haushalt und Hobby) sowie die Raumausstattung (Baumaterialien und Einrichtungsgegenstände) in Betracht. Für diese Art Luftverschmutzung prägten die Amerikaner den Ausdruck „Indoor Pollution“.

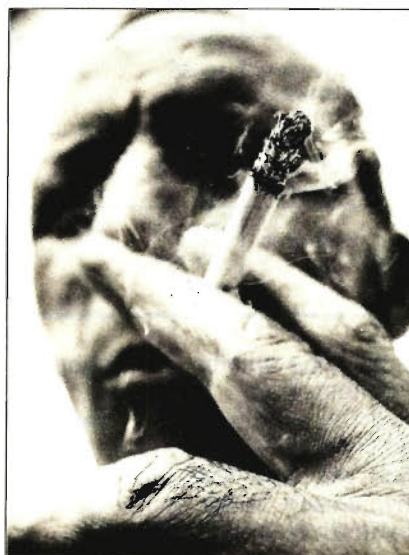
Blauer Dunst als wichtigster Verschmutzer

Im folgenden eine nüchterne Schilderung der Kontamination von Innenräumen am Beispiel einiger chemischer Substanzen. Die Informationen basieren im wesentlichen auf Daten, die beim umweltmedizinischen Seminar für Ärzte Ende Oktober vergangenen Jahres in Berlin genannt wurden, oder auf Daten aus den Schriften des Bundesgesundheitsamtes.

Am augenfälligsten ist die Situation beim Rauchen, das heute als wichtigster Verschmutzer der Zimmerluft gilt. Wer kennt nicht die verqualmten Räume beispielsweise in Gastwirtschaften!

Gefährlicher Mief auch in der guten Stube?

Der Tabakrauch enthält weit mehr als zweitausend verschiedene Substanzen, die nicht nur die Gesundheit der Raucher, sondern auch die der Nichtraucher gefährden. Als wichtigste Inhaltsstoffe sind neben dem Nikotin toxische Substanzen wie Kohlenmonoxid, Stickoxide, Ammoniak, Cadmium,



Tabakrauch enthält weit mehr als 2000 verschiedene Substanzen, die nicht nur die Gesundheit der Raucher, sondern auch die der Nichtraucher gefährden können
Foto: pbp – Poss

Blausäure, Aldehyde (darunter auch Formaldehyd), Phenole, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Nitrosamine zu nennen, die teilweise zu den kancerogenen oder kokancerogenen Stoffen gehören. Über die Wirkung vieler dieser Einzelsubstanzen auf den menschlichen Organismus weiß man noch recht wenig, vor allem aber bei kombiniertem Auftreten.

Nur rund ein Drittel des Tabakqualms, auch als Hauptstrom bezeichnet, zieht der Raucher direkt ein. Der Rest dagegen, der sogenannte Nebenstrom, entweicht dem Glutkegel und vermischt sich mit der Zimmerluft. Im Prinzip enthält der Nebenstrom dieselben Inhaltsstoffe wie der Hauptstrom. Je nach Schadstoff können sie aber in den beiden Teilströmen unterschiedlich stark vertreten sein. So ist beispielsweise das Formaldehyd im Nebenstrom bis zu fünfzigfach stärker als im Hauptstrom vorhanden. Auch Nitrosamine und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe wie Benz(a)pyren sind im Nebenstrom deutlich höher konzentriert.

Je nach Lüftung können diese Schadstoffe mehr oder weniger stark in der Zimmerluft anreichern und auf die ungewollt mitexponierten „Passivraucher“ einwirken, die häufig über brennende Augen, gereizte Schleimhäute, Husten und zum Teil auch Übelkeit klagen.

Schadstoffe auch bei alltäglichen Aktivitäten

Weniger bekannt ist dagegen, daß auch der bloße Aufenthalt in geschlossenen Räumen oder auch solch alltägliche Aktivitäten wie Kochen, Braten und Heizen Luftinhaltsstoffe produzieren, die die Gesundheit der Bewohner beeinträchtigen können.

Das Kohlendioxid (CO₂), das beim Atmen oder beim Verbrennen organischen Materials entsteht,

kann manchmal in Innenräumen beachtliche Konzentrationen erreichen, die die Pettenkoferzahl von einem Promille weit übersteigen. Diesen Maximalwert setzte Pettenkofer im letzten Jahrhundert fest, weil er schon damals in der schlechten Luft die Quelle vieler chronischer Leiden sah.

In belegten Klassenräumen kann man sogar während des Unterrichts einen linearen Anstieg der CO₂-Konzentration auf Werte zwischen drei und vier Promille beobachten. Solch hohe Spitzenwerte können aber auch auftreten, wenn in der Küche sowohl der Backofen als auch bis zu drei Gasflammen betrieben werden.

Um die Schadstoffexposition der Bevölkerung zu beurteilen, hat das Bundesgesundheitsamt kürzlich in Modellversuchen diverse Schadstoffe sowohl im Freien als auch in Küchen und Wohnräumen gemessen. Dabei stellte sich heraus, daß selbst in Altbauten, die nicht so hermetisch wie Neubauten abgedichtet sind und die sich somit durch einen hohen Luftaustausch auszeichnen, viele Substanzen in der Raumluft deutlich häufiger vorkommen können (vergleiche Tabelle 1).

Das Schwefeldioxid (SO₂), das in der Umweltdiskussion sehr im Vordergrund steht, spielt in Innenräumen nur eine untergeordnete Rolle, solange nicht mit schwefelhaltigen Brennstoffen geheizt wird.

Dagegen hängen die Verhältnisse beim Kohlenmonoxid (CO) und Stickstoffdioxid (NO₂) sehr stark von den Lebensumständen ab. Ohne weitere Quellen kommen diese Gase innen wie außen ungefähr gleich häufig vor. Beim Betrieb von Gasfeuerungen können sich die Gehalte in der Raumluft bis zu verfünffachen. Beim Backen mit einem Gasherd können sich für kurze Zeit hohe NO₂-Belastungen ergeben. Inwieweit diese kurzfristigen NO₂-Spitzenwerte eine Rolle bei der Erkrankung der

Tabelle 1: Mittlere Größenordnungen von Innen-/Außenverhältnissen (I/A) der Konzentrationen ausgewählter Luftinhaltsstoffe (nach Angaben des Bundesgesundheitsamtes)

Substanzen	I/A
Kohlendioxid	1-10
Kohlenmonoxid	≤ 1 1-5 Tabakrauch und Gasfeuerung
Schwefeldioxid	um 0,5
Stickstoffdioxid	≤ 1 2-5 Gasfeuerung
Schwebstaub	0,5-2 > 2 Tabakrauch
Benzol	< 1
Toluol	2-5
Benz(a)pyren	um 1 > 1 Tabakrauch
höhere aliphatische Kohlenwasserstoffe	2-10
halogenierte Kohlenwasserstoffe	10-50
polychlorierte Biphenyle	5-10
Nitrosamine	um 1 > 1 Tabakrauch

Atemwege spielen, ist bisher aus methodischen Gründen noch nicht eindeutig geklärt. Wenn bei solchen CO-Quellen noch zusätzlich geraucht wird, können auch hygienisch bedenkliche CO-Konzentrationen entstehen.

Von untergeordneter Bedeutung sind die Gehalte an Nitrosaminen und polyzyklischen Kohlenwasserstoffen (unter anderem auch

dem Benz[a]pyren), die beim Kochen und Braten entstehen. Bedeutendere Mengen dieser kancerogenen Stoffe bilden sich vielmehr beim Rauchen!

Typische mittlere Konzentrationen ausgewählter organischer Substanzen sind in der Tabelle 2 wiedergegeben, die auch Chemikalien aus Baustoffen und Reinigungsmitteln aufführt. Im Einzelfall können jedoch besonders unmittelbar nach dem Anwenden bestimmter Produkte weitaus höhere Schadstoffgehalte beobachtet werden.

Inneneinrichtungen dünsten Gifte aus

Für die Verschmutzung der Raumluft bietet die Raumausstattung weitere wichtige Quellen: Infolge der Ölkrise dichtete man viele Räume mit Ortschaften ab, die aus Formaldehyd hergestellt wurden. Außerdem wurden im Zuge der Leichtbauweise zunehmend mehr Möbel aus Spanplatten produziert, die Formaldehydharze als Bindemittel enthielten.

Doch solches Mobilar und diese Wärmedämmstoffe dünsten im Laufe der Zeit das Formaldehyd aus. Bereits 1977 empfahl das Bundesgesundheitsamt 120 µg/m³ als Richtwert (entsprechend 0,1 ppm), der aber nicht immer eingehalten wurde. Trotz spektakulärer Pressemeldungen gehören Konzentrationen über 1000 µg/m³ eher zu den Ausnahmen.

Seit Jahren erfreut sich Holz steigender Beliebtheit auch im Innenausbau. Um die Wohnräume gemütlicher zu gestalten, verkleideten unzählige Heimwerker ihre Wände mit diesem Naturstoff. Doch zunehmend wurde über Kopfschmerzen, Übelkeit, Schlafstörungen sowie über Haut- und Schleimhautreizungen geklagt.

Des Rätsels Lösung für dies zuweilen diffuse Beschwerdebild war nicht im Holz, sondern in den

Holzschutzmitteln zu suchen, die die eifrigen Heimwerker in ihren vier Wänden weiträumig verbreiteten. Viele Holzschutzmittel bestehen aus technisch reinem Pentachlorphenol (PCP), das Lindan und polychlorierte aromatische Kohlenwasserstoffe als Verunreinigungen enthält.

Da PCP und seine Verunreinigungen langfristig alle Gegenstände im Raum einschließlich der Kleidung kontaminieren, erfolgt die Exposition nicht allein über die Inhalation, sondern auch über die orale Aufnahme und den Hautkontakt.

Toluol, ein gängiges Lösungsmittel, kann bei Bau- und Renovierarbeiten zum Beispiel aus Klebern für Teppichböden freigesetzt werden. Selbst nach fünfzig Tagen liegt seine Konzentration noch weit über dem Ausgangswert.

Reinigungsmittel machen nicht nur sauber

Als weitere bedeutende Quelle für die kontaminierte Raumluft kommen Reinigungsmittel in Betracht. Viele Fleckentferner und Abbeizmittel enthalten halogenierte Kohlenwasserstoffe (HKW) wie Methylenchlorid, Tri- und Tetrachlorethylen, die beim Reinigen in die Raumluft verdampfen.

Aliphatische Kohlenwasserstoffe (Nonan bis Undecan), die unter anderem in Fußbodenpflegemitteln enthalten sind, reichern sich in der Raumluft an. Umgekehrte Verhältnisse findet man bei dem aromatischen Kohlenwasserstoff Benzol, das im Freien etwas häufiger vorkommt. Dort stammt es im wesentlichen aus Autoabgasen.

Individueller Umweltschutz in den eigenen vier Wänden

Welchen Sinn hat es, Konzentrationen einer Substanz in der Raumluft zu reduzieren, die aber in der Außenluft stärker vertreten

ist und beim Lüften wieder in die Innenräume gelangt? Deshalb muß man sich auf Schadstoffkonzentrieren, die sich in der Raumluft anreichern.

In der letzten Zeit wurde verschiedentlich gefordert, Grenzwerte auch für Innenräume festzulegen. Was nützen diese Werte überhaupt, wenn man sie in den Privaträumen wegen des riesigen technischen Aufwandes praktisch gar nicht kontrollieren kann? Statt dessen sind jedoch im wesentlichen individuelle Beiträge zur Reduktion der Schadstoffemissionen in den eigenen vier Wänden notwendig.

Gerade bei der Diskussion über das Formaldehyd war in letzter Zeit die Hysterie sehr groß. Man muß sich einmal vor Augen führen, daß Spanplatten diesen Reizstoff nur in Bruchteilen eines ppm ausdünsten, also in Konzentrationen unter 1:1 000 000. Demgegenüber herrschen aber hundertfach höhere Gehalte im Zigarettenrauch vor. Nach der neuesten MAK-Liste ist das Nikotin sogar doppelt so giftig wie das Formaldehyd!

Nicht nur wegen des Formaldehyds sollte man das Rauchen einschränken oder zumindest Nichtraucher nicht in Mitleidenschaft ziehen. Denn im Tabakrauch sind auch eindeutig als krebserzeugend ausgewiesene Stoffe wie die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe und die Nitrosamine enthalten.

Abhilfe durch Verbraucheraufklärung

Bei einigen Substanzen könnte die Belastung auch durch eine gezielte Aufklärung reduziert werden. Flankiert werden müßte dies durch eine Kennzeichnungspflicht der Produkte. Die Verbraucher müßte man über den Sinn oder Unsinn aufklären, bestimmte Produkte in ihren Wohnungen anzuwenden.

Tabelle 2: Typische Bereiche von Langzeitkonzentrationen ausgewählter Substanzen in der Raumluft (nach Angaben des Bundesgesundheitsamtes)

Substanzen	Konzentrationen in µg/m³
Benzol	5-50
Toluol	20-200
Benz(a)pyren	0,005-0,030
höhere aliphatische Kohlenwasserstoffe	5-10
halogenierte Kohlenwasserstoffe	< 10
polychlorierte Biphenyle	0,05-0,20
Nitrosamine	0,005-0,240
Formaldehyd	10-1000

In trockenen, gut gelüfteten Räumen beispielsweise brauchen Decken- und Wandverkleidungen sowie Möbel aus Holz überhaupt nicht mit Holzschutzmitteln vorbeugend behandelt werden. Nur bei tragenden Bauteilen ist dies nötig.

Ein besonderes Kapitel stellen die Haushaltsinsektizide und Askarizide dar. Die meist ungezielte Bekämpfung tierischer Schädlinge verengte sich in den letzten Jahrzehnten immer mehr auf den chemischen Aspekt, ohne die von den Bekämpfungsmitteln ausgehenden Gefahren zu bedenken. Dabei ist das Wissen über die Ursachen und ihre Vermeidung für das Auftreten der Lästlinge verkümmert. Um den Einsatz der Gifte und somit das Risiko einer Kontamination zu mindern, sollten statt dessen Verfahren gewählt werden, die auf das Verhalten der Schädlinge abgestimmt sind und dadurch Chemikalien sparen helfen.

Dr. rer. nat. Jürgen Vogt