

#2360

H234D



# Innenraum Luftqualität

J. Schlatter\*

A225

## Verunreinigungen der Raumluft, mögliche gesundheitliche Auswirkungen und minimale Lüftungsraten

### Einleitung

Meldungen über Luftverschmutzungen und deren Zusammenhang mit dem Waldsterben und Atemwegserkrankungen bei Kindern rückten Probleme der Lufthygiene ins Zentrum des Interesses der Bevölkerung. Daß Luftverunreinigungen für den Menschen schädlich sein können, ist schon seit langem bekannt. Belastungen durch Schadstoffe am Arbeitsplatz werden in der Gesetzgebung geregelt (MAK-Werte). Da der moderne Mensch sich bis zu 90 % der Zeit in Innenräumen aufhält, ist die Raumluftqualität besonders wichtig. Insbesondere seit der Energiekrise im Jahre 1973 wurden erhebliche Anstrengungen unternommen, um Häuser besser zu isolieren und dadurch Wärmeverluste zu verkleinern. Durch diese erhöhte Abdichtung der Gebäudehülle erlangte die Akkumulation von Luftschadstoffen in Innenräumen eine noch größere Bedeutung. Aus Energiespargründen sollte jedoch nicht unnötig viel gelüftet werden. Minimale Lüftungsraten sind also eine Optimierung zwischen den Forderungen zur Reduktion von Wärmeverlusten und den Forderungen zur Sicherstellung der aus gesundheitlicher Sicht unerläßlichen Frischluftmengen. Die Lüftung muß so bemessen sein, daß folgende Anforderungen erfüllt sind: Keine Gefährdung der Gesundheit infolge Anreicherung von Schadstoffen, Sicherstellung einer den Komfortansprüchen genügenden Luftqualität, keine Schäden an Materialien in-

folge zu hoher Luftfeuchtigkeit beziehungsweise ungenügender Lüftung. Die Gefährlichkeit eines Stoffes für den Menschen hängt nicht allein von der Giftigkeit des betrachteten Stoffes ab, sondern vor allem von der Dosis: Die Raumluftkonzentration eines Schadstoffes und die Expositionszeit des Menschen entscheiden darüber, ob gesundheitliche Folgen auftreten oder nicht. Deshalb ist eine bloße Aufzählung von giftigen Stoffen in der Raumluft ohne eine Gewichtung der verschiedenen Möglichkeiten der Exposition des Menschen sinnlos. Es können drei verschiedene potentielle Gefährdungssituationen unterschieden werden: 1. Der Anwender von toxischen Stoffen kann gefährdet sein, 2. durch die Abgabe

von Stoffen an die Raumluft kann der Raumbenutzer betroffen sein – oder Lebensmittel können kontaminiert werden und 3. bei der Beseitigung von Materialien (Abbruch, Renovation) können wieder Arbeiter betroffen sein. Im folgenden soll auf die Situation der Raumbenutzer näher eingegangen werden, die Quellen der wichtigsten Raumluftverunreinigungen aufgezeigt und anschließend die Problematik von „minimalen Lüftungsraten“ anhand des Beispiels Tabakrauch aufgezeigt werden.

### Schadstoffquellen

Mögliche Quellen von Schadstoffen in der Raumluft (Tabelle 1) sind neben der

Quelle der Verunreinigung	wichtigste Stoffe
<b>Außenluft</b>	
- Biosphäre	Pollen, Pilzsporen; Bakterien
- Heizungen	Schwefeldioxid
- Motorfahrzeuge	Stickoxide, Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Oxidantien wie Ozon, Staub, Schwermetalle
- Industrie	
<b>Mensch</b>	
- Stoffwechsel	Kohlendioxid, Gerüche, Wasserdampf
- Aktivitäten	Partikel, Tabakrauch, Reinigungsmittel, Sprays (Lösungsmittel, organische Verbindungen)
- Kochen mit Gas	Stickoxide, Partikel, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid
<b>Gebäudematerialien und Einrichtungen</b>	
- Spanplatten	Aldehyde
- Isolationsmaterialien	Asbest, Aldehyde
- Farbenstriche	organische Verbindungen, Lösungsmittel, Schwermetalle
- Klebematerial	Lösungsmittel
- Gebäudehülle	Radon, Holzschutzmittel
- Untergrund	Radon
- Hohe Luftfeuchtigkeit	Allergene (Pilzsporen, Milben)

Tabelle 1: Liste der wichtigsten Schadstoffe der Raumluft und deren Quellen.

\* Manuskript eingereicht im März 1986.

Außenluft der Mensch (Kohlendioxid, Gerüche, Tabakrauch), Baustoffe, Möbelausstattungen, das Verbrennen von Gas zum Heizen und Kochen sowie die Anwendung von Haushaltsprodukten [1, 2]. Eine Gesamtbeurteilung der möglichen Schadstoffe, deren Quellen und Folgen auf die Gesundheit zeigt, daß heute insbesondere die Abgabe von Schadstoffen durch *feste Inneneinrichtungen* vermehrt zu beachten ist. Solche Quellen führen zu einer kontinuierlichen Exposition des Menschen. Die Raumluftkonzentration stellt im wesentlichen ein Gleichgewicht zwischen *Emission* (Quellstärke) und *Luftwechsel* (Dichtigkeit der Gebäudehülle) dar. Der Luftwechsel eines Raums wird seinerseits bestimmt durch die Gebäudestruktur (Dichtigkeit), die Temperaturdifferenz zwischen Innen und Außen sowie die Windverhältnisse. Luftschadstoffe, welche durch eine *Quellenbeseitigung* eliminiert werden können, sollten nicht durch Lüftungstechnische Maßnahmen auf ein erträgliches Niveau gebracht werden, sondern durch Begrenzung der Emissionen. Inhaltsstoffe von Holzschutzmitteln wie beispielsweise Pentachlorphenol (PCP) sind in Innenräumen in der Regel unnötig und sollten demzufolge auch nicht verwendet werden. Zu dieser Gruppe von Stoffen gehören insbesondere auch organische Lösungsmittel (Teppichleim, Farbanstrich) sowie das Formaldehyd, welches hauptsächlich von Emissionen aus Spanplatten und Formaldehyd-Harnstoffisolationen in die Raumluft gelangt. Ein weiterer Stoff dieser Gruppe ist *Asbest*, welcher lange Zeit in Innenräumen wegen seiner günstigen chemisch-physikalischen Eigenschaften verwendet wurde (Brandschutz). Da Asbest jedoch eindeutig beim Menschen kanzerogen wirkt, sollte auf eine Anwendung in Innenräumen verzichtet werden. Um solche Quellen einzuschränken oder zu vermeiden, sind für *Materialien, die in festen Inneneinrichtungen verwendet werden, Richtlinien oder Vorschriften betreffend den maximal zulässigen Schadstoffmengen notwendig*.

Ein weiterer Schadstoff in der Raumluft, der insbesondere in Einfamilienhäusern und Kellerräumen beachtet werden sollte, ist das radioaktive Edelgas *Radon* und seine Zerfallsprodukte (*Radon-Töchter*). Radon und seine Töchter in der Raumluft sind für einen erheblichen Teil der natürlichen Strahlenbelastung des Menschen verantwortlich. Diese Strahlenbelastung wird für den größten Teil der Lungenkarzinome bei Nichtrauchern verantwortlich gemacht [3, 4, 5]. Radon und seine Töchter können in erhöhten Konzentrationen in gut isolierten Häusern in Gebieten mit uranhaltigen Böden (Urgestein, Granit)

aufzutreten: Der Radongehalt der Raumluft kann steil ansteigen, wenn der natürliche Luftwechsel eines Raumes kleiner als 0,5 pro Stunde ist [6, 7]. Allerdings sind die physikalisch-chemischen Hintergründe einer erhöhten Raumluftkonzentration dieser Schadstoffe sehr komplex und von Fall zu Fall unterschiedlich [8]. Winddruck, Ort und Ausmaß von Rissen und Spalten der Gebäudehülle, Standort und Untergrundgegebenheiten bestimmen mögliche Sanierungsmaßnahmen wie erhöhte Raumbelüftung mit gleichzeitigem Einbau einer Wärmerückgewinnungsanlage, Abdichtung von Rissen, oder aber ein Entlüftungssystem unter dem Kellerboden („Drainage“). Allgemeingültige Empfehlungen zur Vermeidung erhöhter Radonpegel in Innenräumen sind im Moment noch nicht möglich. Im Gegensatz zu den Belastungen durch feste Inneneinrichtungen sind die Belastungen durch die *individuellen Tätigkeiten* vom Verhalten des einzelnen Raumbenutzers abhängig. Hier stehen weniger langandauernde Gleichgewichtskonzentrationen eines Schadstoffes in der Raumluft im Vordergrund, dafür jedoch kurzzeitige Spitzenkonzentrationen, die durch eine bessere Gebäudeabdichtung erhöht werden können. Verunreinigungen, die sich *nicht vermeiden lassen*, sind durch möglichst gezieltes Lüften zu beseitigen. Dies ist auch zur Elimination des durch den Menschen abgegebenen *Kohlendioxids* sowie von *Gerüchen* notwendig. Als Richtwert für eine noch zumutbare Luftqualität gilt eine Kohlendioxidkonzentration in der Raumluft von 0,15 % (= 1500 ppm) [9]. Durch eine ausreichende Lüftung muß auch eine zu hohe *Luftfeuchtigkeit* (Schwitzen, Kochen, Waschen, Duschen) verhindert werden. Bei Werten von über 55–60 % relativer Feuchte können Kondensationen auftreten. Eine Folge davon sind Schäden an Materialien sowie das Wachstum von Pilzen und Milben, die wiederum Ursache von Allergien sein können.

Besonderer Beachtung bedarf auch die Luftqualität in *Küchen mit Gasherden*. Hier ist eine gute Lüftung besonders wichtig. Durch die hohen Brenntemperaturen entstehen *Stickoxide*, deren Konzentration bei ungenügender Lüftung ein Mehrfaches des für die Außenluft gültigen Immissionsgrenzwertes betragen können [10, 11, 12, 13]. Stickoxide stehen in einem ursächlichen Zusammenhang mit Atemwegserkrankungen und einer Verschlechterung der Lungenfunktion. Es treten hier wie auch bei Tabakrauchverunreinigungen der Raumluft (siehe unten) innerhalb eines Raumes große Konzentrationsschwankungen auf [14]. Leistungsfähige Abluftanlagen sind hier

einer Umluftanlage oder der Fensterlüftung vorzuziehen.

Der *Raumbenutzer* sollte weiter an Emissionen denken, die er bei Tätigkeiten wie Reinigungsarbeiten im Haushaltsbereich, Imprägnieren von Leder oder bei der Anwendung von Pestiziden bei Zimmerpflanzen verursacht. Der Bastler sollte sich bewußt sein, daß sein Umgang mit Materialien zu gefährlichen Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft führen kann, wenn er nicht auf eine genügende Lüftung achtet. Insbesondere muß vor einer unsachgemäßen Anwendung gewarnt werden.

In *speziellen Räumen* wie Garagen und Spitäler (Inkubatoren, Operationssäle, Pathologie) müssen die Erbauer die spezifischen, durch die Benutzung bedingten Emissionen, berücksichtigen. Zu beachten sind auch Belastungen innerhalb von Personenzügen, wo der Außenluft entsprechende Schadstoffkonzentrationen auftreten (Straßenmitte): In Städten werden die Kurzzeit-Immissionsgrenzwerte der typischen, von Motorfahrzeugen emittierten Luftschadstoffe oft überschritten [15].

#### Belastungen durch Tabakrauch

Tabakrauch ist eine der häufigsten Raumluftverunreinigungen sowohl in Privatwohnungen als auch in Büroräumen. Um mit epidemiologischen Methoden die gesundheitlichen Auswirkungen von Tabakrauch auf den Menschen zu untersuchen, muß als erstes die *Frage nach der Dosis* gestellt werden. Eine Abschätzung der tatsächlichen Belastung eines Nichtrauchers, der sich in verräuchten Räumen aufhält („Passivraucher“), hängt von der Konzentration von Tabakrauch in der Raumluft ab. Diese läßt sich jedoch nicht leicht bestimmen, da Tabakrauch eine komplexe Mischung aus einigen Tausend Einzelkomponenten ist [16]. Außerdem ist die Konzentration von Tabakrauch meistens nicht überall im Raum gleich groß. Mit Ausnahme von Nikotin können verschiedene Komponenten von Tabakrauch auch von anderen Quellen als von Tabakrauch stammen. Wie soll man also das Ausmaß der Raumluftverunreinigung durch Tabakrauch quantifizieren? Sterling [17] hat eine Übersicht über Konzentrationsmessungen in alltäglichen Situationen für einige Schadstoffe erstellt. Da niemals alle im Tabakrauch enthaltenen Stoffe in der Raumluft gemessen werden können, bleibt die Möglichkeit der Verwendung von „Leistungssubstanzen“ für Tabakrauch (beispielsweise Kohlenmonoxid oder die Partikelmasse). Allerdings ist umstritten, ob – und wenn ja welche – Leistungssubstanzen verwendet werden können [18].

Als weitere Möglichkeit, die Belastung eines Passivrauchers durch Tabakrauch abzuschätzen, können physiologische Parameter wie Blutspiegel von Tabakrauchkomponenten bestimmt werden. Insbesondere bietet sich hier das tabakspezifische *Nikotin* an [19, 20]. Weiter kann die Urin-Konzentration von *Cotinin*, ein Metabolit von Nikotin, als Maß der Belastung verwendet werden [21]. Bei epidemiologischen Untersuchungen kommen aber invasive oder teure Methoden zur Dosisbestimmung nicht in Frage. Die meisten Untersuchungen stützen sich deshalb auf *Fragebogenerhebungen* und sind mit einem erheblichen Unsicherheitsfaktor behaftet.

Gut untersucht sind *Akuteffekte bei gesunden Personen*. Im Unterschied zum aktiven Raucher wird beim Passivraucher das Kardiovaskulärsystem wenig beeinflusst. Im Vordergrund stehen Geruchsbelästigungen und Reizwirkungen auf Augen, Nase und Hals [22, 23, 24]. Akzeptiert man die Definition des Begriffs „Gesundheit“ der WHO (Gesundheit ist die Summe von körperlichem und seelischem Wohlbefinden, nicht nur Abwesenheit von Krankheit und Gebrechen), so stellen diese Effekte bereits eine Beeinträchtigung der Gesundheit dar. Bei *Kranken* (Angina pectoris Patienten, Asthmatiker, Allergiker) wurde eine Verschlechterung des Gesundheitszustandes durch Tabakrauchexposition beschrieben [22, 23, 24]. Auch bei einer weniger strengen Definition von „Gesundheit“ kann Tabakrauchexposition also Auswirkungen haben, wenn gewisse „Risikogruppen“ mit in eine Betrachtung einbezogen werden. Von großer Bedeutung sind die *chronischen Auswirkungen* einer Tabakrauchexposition. In letzter Zeit mehren sich Berichte bezüglich chronischer Auswirkungen von Tabakrauch bei Nichtraucherern. Durch epidemiologische Untersuchungen wurde insbesondere bei Kindern ein Zusammenhang zwischen Passivrauchen und einer verschlechterten Lungenfunktion sowie einer erhöhten Inzidenz von Atemwegserkrankungen gefunden [22, 23, 24]. Ein erhöhtes Herzinfarktisiko bei Passivraucherinnen wurde ebenfalls beschrieben [25], wobei dieser Befund auf sehr kleinen Fallzahlen basiert. Ob Passivrauchen einen ursächlichen Zusammenhang mit Lungenkrebs hat, ist eine besonders brisante Frage: In einer groß angelegten Studie in Japan [26] wurden mehr als 90 000 verheiratete Nichtraucherinnen während 14 Jahren beobachtet und die Sterberate an Lungenkrebs in Beziehung gesetzt mit den Rauchgewohnheiten der Ehemänner. Während dieser Zeit sind 174 Nichtraucherinnen an Lungenkrebs gestorben. Man konnte eine „dosisabhän-

gige“ Beziehung zum Passivrauchen feststellen. Hier wird deutlich, auf wie kleine Fallzahlen selbst eine so groß angelegte Studie reduziert wird, insbesondere nach der Aufteilung der 174 Fälle der verschiedenen „Dosisgruppen“.

In weiteren Untersuchungen konnte in der Folge eine Beziehung von Passivrauchen zu Lungenkrebs bestätigt werden [27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34], während in anderen Untersuchungen keine solche Beziehung gesichert werden konnte [35, 36, 37, 38]. Eine Beziehung von Passivrauchen zu Lungenkrebs scheint festzustehen, über das Ausmaß einer Gefährdung des Passivrauchens ist jedoch noch keine endgültige Aussage möglich [39]. Eine Risikoeermittlung in einem tiefen Dosisbereich eines hochkomplexen Schadstoffgemisches wie des Tabakrauches für eine unspezifische Krankheit mit epidemiologischen Methoden ist zwangsläufig mit einer Unsicherheit behaftet.

#### Minimale Lüftungsraten für Raucherräume

Wendet man nun für die Etablierung von minimalen Lüftungsraten für Räume, in denen geraucht wird, die strengsten Kriterien (keine Belästigung, jedes Gesundheitsrisiko auch bei empfindlichsten Personen mit Sicherheit ausgeschlossen), so stellt man fest, daß diese Kriterien *durch Lüftungsmaßnahmen nicht erreicht werden können*. Es bleibt nur eine strikte Trennung von Rauchern- und Nichtrauchern. Eine Trennung im gleichen Raum durch sogenannte Nichtraucherecken schützt nur vor Spitzenkonzentrationen von Tabakrauch im Blasfeld von Rauchern.

Will man andererseits nur akute Reizwirkungen bei Gesunden vermeiden, so kann dies durch lüftungstechnische Maßnahmen erreicht werden (Fensterlüftung beziehungsweise eine Anpassung des Luftwechsels bei Klimaanlage): Während in Nichtraucherräumen in der Regel 12–15 m<sup>3</sup> Frischluft pro Stunde und Person genügen, ist drei- bis viermal mehr Frischluft erforderlich, wenn geraucht wird [40].

In großen klimatisierten Räumen kann der Schadstoffgehalt der Raumluft durch einen erhöhten Luftwechsel gesenkt werden. In solchen Räumen ist zur Einsparung von Energie der Einbau von Wärmerückgewinnungsanlagen zu empfehlen. Je nach Verfahren beträgt der Rückgewinnungsgrad 40–80 % [41]. In kleinen Räumen mit natürlicher Lüftung bis etwa 50 m<sup>3</sup>, die relativ gut isoliert sind (Luftwechselrate 0,5/Stunde), können auch Luftreiniger einen Beitrag zu verbesserter Luftqualität leisten. Allerdings werden durch die bei solchen Geräten verwen-

ten Filter nur gewisse Schadstoffe eliminiert. So wird beispielsweise das Kohlenmonoxid gar nicht zurückgehalten und die Filtereffizienz für kleine Partikel wie die des Tabakrauches (kleiner 0,6 Mikrometer) liegt in der Größenordnung von 20 % [42].

#### Schlußfolgerungen

Verunreinigungen der Raumluft sind heute besonders zu beachten, da infolge verbesserter Abdichtung der Gebäudehülle zur Einsparung von Heizenergie die Zufuhr von Frischluft reduziert und dadurch die Luftqualität verschlechtert wird.

Die häufigsten Verunreinigungen sind Tabakrauch, das radioaktive Edelgas Radon aus kristallinem Untergrund, Formaldehyd von Inneneinrichtungen und Isolationsmaterialien, Stickoxide vom Heizen und Kochen mit Gas sowie Lösungsmittel, die zum Reinigen verwendet werden. Gesundheitliche Gefährdungen entstehen vor allem durch Tabakrauch und durch Schadstoffe, die kontinuierlich von Inneneinrichtungen abgegeben werden. Diese Belastungen sind durch Begrenzung der Emissionen zu verhindern. Die *Frischluftzufuhr* zur Beseitigung der vom Menschen und seinen Aktivitäten stammenden Belastungen richtet sich nach der jeweiligen Belegung und Nutzung des Raumes. Sie sollte so bemessen sein, daß der Kohlendioxidgehalt 1500 ppm nicht übersteigt.

Zur *Elimination von Tabakrauch* aus der Raumluft sind minimale Lüftungsraten nicht als „absolute Zahlen“ zu übernehmen, sondern dienen eher als *Entscheidungsgrundlagen*. Je nach dem als zulässig erachteten Restrisiko werden die Lüftungsraten höher oder geringer sein, oder aber administrative Maßnahmen nötig (Rauchverbot). Für Tabakrauch heißt das, daß

- in Kinderräumen und an Orten, wo sich kranke Personen aufhalten, generell ein Rauchverbot etabliert wird,
- in Wohnzimmern, wo sich Nichtraucher aufhalten, nicht geraucht werden sollte, die Lüftung zumindest jedoch so bemessen ist, daß bei mäßigem Rauchen Akuteffekte vermieden werden,
- Rauchsaloons respektive Raucherbüros geschaffen werden. Falls dies nicht möglich ist (beispielsweise in Restaurants oder Großraumbüros), sollten zumindest Nichtrauchererecken eingeführt werden,
- in großen, öffentlichen Räumen und großen Büros die Belüftung von der Anzahl pro Stunde gerauchter Zigaretten abhängig gemacht werden sollte. Dies kann aufgrund statistischer Überlegungen erfolgen (Beispiel: Wenn 40 % der Bevölkerung Raucher sind und jeder Raucher

durchschnittlich 1,5 Zigaretten pro Stunde raucht, so werden 0,6 Zigaretten pro Stunde und Person geraucht. Erfahrungsgemäß sind zur Vermeidung von Reizwirkungen 100 m<sup>3</sup> Frischluft pro gerauchter Zigarette notwendig. Somit ist die Frischluftzufuhr mit 60 m<sup>3</sup> pro Stunde und Person so bemessen. Eine optimale Anpassung der Frischluftzufuhr wird aber erst möglich sein, wenn kontinuierliche Meßmethoden für Tabakrauch verfügbar sind, – in kleinen Büro- und ähnlichen Räumen (2–10 Personen) separate Räume für Raucher und Nichtraucher vorhanden sein sollten.

**Literatur**

[1] Yocum J. E.: Indoor – outdoor air quality relationships. A critical review. JAPCA 32: 500–520 (1982)

[2] Spengler J. D. und Sexton K.: Indoor air pollution: a public health perspective. Science 221: 9–17 (1983)

[3] Burkart W.: Assessment of radiation dose and effects from radon and its progeny in energy efficient homes. Nuclear Technol 60: 114–123 (1983)

[4] Edling C., Kling H. und Axelson O.: Radon in homes – a possible cause of lung cancer. Scand J Work Environ Health 10: 25–34 (1984)

[5] Archer V. E.: Ursachen des Lungenkarzinoms. Atemw – Lungenkrkh 11: 111–113 (1985)

[6] Burkart W.: Possible health effects of energy conservation: impairment of indoor air quality due to reduction of ventilation rate. Environment Internat 10: 455–461 (1984)

[7] Merkel K.: Radonpegel in Innenräumen. Atemw – Lungenkrkh 11: 109–110 (1985)

[8] Burkart W., Wernli C. und Brunner H. H.: Matched pair analysis of the influence of weather-stripping on indoor radon concentration in swiss dwellings. Radiation Protection Losimetry 7: 293–302 (1984)

[9] Wanner H. U.: Belastung der Raumluft durch den Menschen und die Inneneinrichtung. Atemw – Lungenkrkh 11: 96–99 (1985)

[10] Budiansky S.: Indoor air pollution. Environmental Sci Technol 14: 1023–1027 (1980)

[11] Sexton K., Letz R. und Spengler D.: Estimating human exposure to nitrogen dioxide: an indoor / outdoor modelling approach. Environ Res 32: 151–166 (1983)

[12] Jones J. R., Higgins I. T. T., Higgins M. W. und Keller J. B.: Effect of cooking fuels on lung function in nonsmoking women. Arch Environ Health 38: 219–222 (1983)

[13] Glöztel E.: Gasfeuerstellen in Innenräumen. Atemw – Lungenkrkh 11: 116–118 (1985)

[14] Seifert B.: Planung und Durchführung von Luftmessungen in Innenräumen. Gesundheits-Ingenieur 105: 15–18 (1983)

[15] Mücke W., Jost D. und Rudolf W.: Luftverunreinigungen in Kraftfahrzeugen. Staub – Reinhalt Luft 44: 374–377 (1984)

[16] U. S. Department of Health, Education and Welfare: Smoking and Health. A Report of the Surgeon General (1979). Part I: The health consequences of smoking, Chapter 14 Constituents of Tobacco smoke.

[17] Sterling T. D., Dimich H. und Kobayashi D.: Indoor byproduct levels of tobacco smoke: a critical review of the literature. JAPCA 32: 250–259 (1982)

[18] Rylander R., Peterson Y. und Snella M. C.: ETS – environmental tobacco smoke. Report from a workshop on effects and exposure levels. Eur J Resp Dis 65: Supplement 133 (1984)

[19] Feyerabend C., Higenbottam T. und Russell M. A. H.: Nicotine concentration in urine and saliva of smokers and nonsmokers. Brit Med J 284: 1002–1004 (1982)

[20] Hoffmann D., Brunnemann K. D., Adams J. D., und Harley N. J.: Indoor air pollution by tobacco smoke: model studies on the uptake by nonsmokers. In Berglund B., Lindvall T. und Sundell J. (Hrsg.) Indoor Air Vol 2: 313–318. Swedish Council for Building Research. Stockholm, Sweden (1984)

[21] Matsukura S., Taminato T., Kitano N., Sejno Y., Hamada H., Uchihashi M., Nakajima H. und Hirata Y.: Effects of environmental tobacco smoke on urinary cotinine excretion in nonsmokers. New Engl. J Med 311: 828–832 (1984)

[22] U. S. Department of Health, Education and Welfare: Smoking and Health. A Report of the Surgeon General (1979). Part I.: The health consequences of smoking, Chapter 11 Involuntary smoking.

[23] Weiss S. T., Tager I. B., Schenker M. und Speizer F. E.: The health effects of involuntary smoking. Am Rev Resp Dis 128: 933–942 (1983)

[24] Wanner H. U.: Tobacco smoke. In Trepte L. (Hrg.) International Energy Agency, minimum ventilation rates, final report. Mülhofen, BRD, Stephanus Druck GmbH, Seite 21–34 (1983)

[25] Garland C., Barrett E., Suarez L., Criqui M. H. und Wingard D. L.: Effects of passive smoking on ischemic heart disease mortality of nonsmokers. Am J Epidemiology 121: 645–650 (1985)

[26] Hirayama T.: Non-smoking wives of heavy smokers have a higher risk of lung cancer: a study from Japan. Brit Med J 282: 183–185 (1981)

[27] Trichopoulos D., Kalandidi A. und Sparros L.: Lung cancer and passive smoking: conclusion of Greek study. Lancet II: 677–678 (1983)

[28] Knoth A., Bohn A. und Schmidt F.: Passivrauchen als Lungenkrebsursache bei Nichtraucherinnen. Med Klin Prax 78: 54–59 (1983)

[29] Correa P., Pickle L. W., Fontham E., Lin Y. und Haenszel W.: Passive smoking and lung cancer. Lancet 2: 595 (1983)

[30] Gillis C. R., Hole D. J., Hawthorne V. M. und Boyle P.: The effect of environmental tobacco smoke in two urban communities in the west of Scotland. In Rylander R., Peterson Y. und Snella M. C. (Eds) ETS – environmental tobacco smoke. Report from a workshop on effects and exposure levels. Eur J Resp Dis 65: Supplement 133 (1984)

[31] Miller G. H.: Cancer, passive smoking and nonemployed and employed wives. West J Med 140: 632–635 (1984)

[32] Kabat G. C. und Wynder E. L.: lung cancer in nonsmokers. Cancer 53: 1214–1221 (1984)

[33] Sandler D. P., Everson R.B. und Wilcox A. J.: Passive smoking in adulthood and cancer risk. Am J Epidemiol 121: 37–48 (1985)

[34] Garfinkel L., Auerbach O. und Joubert L.: Involuntary smoking and lung cancer: a case control study. JNCI 75: 463–469 (1985)

[35] Garfinkel L.: Time trends in lung cancer mortality among nonsmokers and a note on passive smoking. J Natl Cancer Inst 66: 1061–1066 (1981)

[36] Koo L. C., Ho J. H. C. und Saw D.: Active and passive smoking among female lung cancer patients and controls in Hong Kong. J Exp Clin Cancer Res 4: 367–375 (1983)

[37] Chan W. C. und Fung S. C.: Lung cancer in non-smokers in Hong Kong. In Grundman E. (Hrsg.) Cancer Campaign 6: Cancer epidemiology. Stuttgart, Gustav Fischer, Seite 199–201 (1982)

[38] Vandenbroucke J. P., Verheesen J. H. H., DeBruin A., Mauritz B. J., Vanderheide C. und Vanderheide R. M.: Active and passiva smoking in married couples: results of 25 years follow up. Brit Me J 288: 1801–1802 (1984)

[39] Henschler D.: Passivraucher am Arbeitsplatz. Begründung zur 11. Mitteilung der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Verlag Chemie, Weinheim (1985)

[40] Weber A.: Passivraucher, Luftqualität und Maßnahmen. Sozial & Präventivmed 26: 182–184 (1981)

[41] Toth W.: Wärmerückgewinnungsmöglichkeiten in der Reinraumtechnik. Swiss Chem 3: 65–70 (1981)

[42] Hangartner M., Wanner H. U., Fecker I. und Scholz L.: Untersuchungsberichte über die Reinigungswirkung von 2 Luftreinigern. Interner Bericht, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der ETH Zürich (1984)