Unzureichender Gesundheitsschutz vor Tabakrauch beim Einsatz von lüftungstechnischen Anlagen

?

http://www.tabakkontrolle.de/pdf/AdWfP_lueftungstechnische_Anlagen.pdf

Das DKFZ[1] schreibt:
Tabakrauch enthält über 4800 Substanzen, von denen über 70 nachgewiesenermaßen krebserregend sind.

? Netzwerk Rauchen fragt:
In welcher Zusammenfassung sind diese 4800 Substanzen aufgelistet? Gibt es irgendwo Angaben, wer sie in welcher Menge und mit welcher Messmethode nachgewiesen hat?

Netzwerk Rauchen stellt fest:
Bei den 70 Substanzen, die bisher nirgends nach Menge benannt sind und die „nachgewiesenermaßen krebserregend sind“, sind wahrscheinlich fast alles Kanzerogene der Kategorie K2 oder K3. Für K2 gilt die Definition:

Kategorie 2
Umfasst Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der Annahme, dass die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff Krebs erzeugen kann. Diese Annahme beruht im Allgemeinen auf Folgendem: Geeignete Langzeit-Tierversuche und sonstige relevante Informationen.

Von „nachgewiesenermaßen“ kann also nicht die Rede sein.

Das DKFZ schreibt:
Da nicht nur aktive Raucher durch die Schadstoffe des Tabakrauchs belastet werden, sondern gleichfalls tabakrauchexponierte Nichtraucher erheblich gefährdet sind, haben zahlreiche nationale und internationale Expertengremien und Organisationen auch Tabakrauch in Innenräumen als krebserregend eingestuft. In Deutschland hat beispielsweise die MAK-Kommission (Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe Der deutschen Forschungsgemeinschaft) bereits 1998 Tabakrauch am Arbeitsplatz in die höchste Gefahrenstufe der Kategorie krebserzeugender Arbeitsstoffe eingruppiert[3].

Netzwerk Rauchen stellt fest:
Alle Ergebnisse von epidemiologischen Studien zur Gefährdung durch Umgebungsrauch zusammen genommen sind untereinander widersprüchlich und nicht reproduzierbar.
Dass dennoch einige Expertengremien den Tabakrauch in Innenräumen als krebserregend eingestuft haben, ist richtig. Es geschah auf politischen Druck. Mangels wirklichen Wissens konnten (oder sollten?) allerdings, im Gegensatz zu den dominierenden überwiegend gut erforschten Inhaltsstoffen, keine Grenzwerte festgelegt werden.

[1] Die gegen das Rauchen gerichteten Verlautbarungen des DKFZ entstammen hauptsächlich der 'Stabsstelle Krebsprävention' unter Leitung von Dr. Martina Pötschke-Langer. Diese ist zugleich ein sog. "Kollaborationszentrum für Tabakkontrolle" der WHO und damit politisch dem Ziel einer "tabakfreien Welt" verpflichtet.

Das DKFZ schreibt:
Die Verweildauer zahlreicher Komponenten des Tabakrauchs in der Raumluft ist beträchtlich[6,8]. Die Partikel des Tabakrauchs lagern sich an Wänden, Böden und Mobiliar ab und werden von dort wieder in die Raumluft abgegeben[4]. Innenräume, in denen Rauchen erlaubt ist, stellen eine kontinuierliche Expositionsquelle für die im Tabakrauch enthaltenen Schadstoffe dar – selbst wenn dort aktuell nicht geraucht wird[4].

Dazu Netzwerk Rauchen:
Die Schadstoffkonzentration nimmt aber, wie unten folgender Abbildung zu entnehmen ist, nach dem Rauchen dramatisch ab.
Und abgelagerte Stoffe, soweit dürfte Einigkeit bestehen, wurden zuvor nicht eingeatmet.

Das DKFZ schreibt:
Trotz der zahlreichen Belege zur Gesundheitsschädlichkeit des Tabakrauchs in der Raumluft wird von Seiten der Tabakindustrie nach wie vor versucht, das Thema kontrovers darzustellen.

Dazu fragt Netzwerk Rauchen:
Nach unserem Eindruck traut sich derzeit kein Tabakkonzern mehr, Kritik an der Gesundheitspolitik zu üben. Wo gibt es seitens der Tabakindustrie noch kontroverse Stellungnahmen?

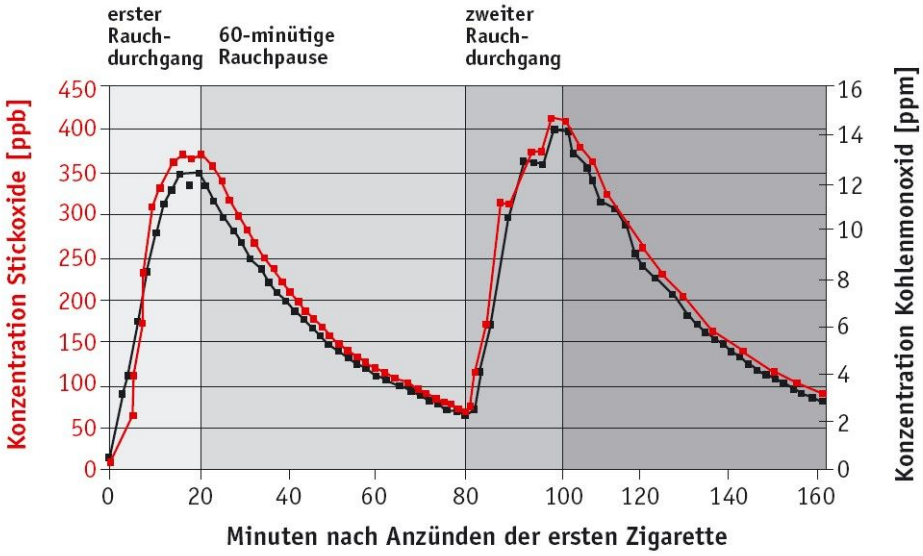
Das DKFZ schreibt:
Neben dem Mythos der Wirksamkeit getrennter Raucher- und Nichtraucherbereiche werden insbesondere der Einsatz lüftungstechnischer Anlagen sowie von Filtersystemen als eine Möglichkeit zur Beseitigung der gesundheitsgefährdenden Verbindungen des Tabakrauchs aus der Raumluft genannt.

Netzwerk Rauchen stellt dazu fest:
Das ist kein Mythos (siehe auch Anhang)! Auf dem Prinzip der Lüftung beruhen z.B. Tunnelbelüftungen und Dunstabzüge in Küchen oder Lackieranlagen, wo ein Vielfaches an Schadstoffen entsteht. Selbst ganz rauchfreie Räume müssen bei Anwesenheit von Menschen nach herrschenden Regeln der Technik belüftet werden. Alleine schon durch Platzierung von Rauchertischen im Bereich der Abluft und Nichtrauchertischen im Bereich der Zuluft kann der Komfort von Nichtrauchern (und übrigens auch der von Rauchern) nachhaltig verbessert werden.

Das DKFZ schreibt:
Jedoch können derartige Anlagen nicht wirksam vor den gesundheitsgefährlichen Schadstoffen des Tabakrauchs schützen. Selbst die modernsten Ventilationssysteme können die gefährlichen Inhaltsstoffe des Tabakrauchs nicht vollständig aus der Raumluft eliminieren. Bei fortgesetzter Rauchbelastung, wie sie beispielsweise in Gaststätten und Restaurants üblich ist, führt nicht einmal ein unzumutbar starker Luftaustausch zu einer vollständigen Eliminierung der Schadstoffe des Tabakrauchs. Selbst eine intensive Belüftung kann die Schadstoffbelastung nach dem Rauchen von beispielsweise zehn Zigaretten innerhalb einer Stunde nicht vollständig beseitigen, wie unten stehende Abbildung deutlich macht:

Dazu Netzwerk Rauchen:
Es ist unbestreitbar, dass eine vollständige Beseitigung von Schadstoffen aus der Luft mit Belüftung nicht möglich ist, zumal ja auch die Außenluft noch Schadstoffe enthält. Es geht jedoch um das Maß und das Ziel, so wie bei allen Belüftungssystemen auf dieser Welt.

Die folgende Abbildung ist beim DKFZ besonders beliebt und soll deshalb auch einer besonderen Würdigung unterzogen werden (siehe auch Anhang).



Schadstoffbelastung durch Stickoxide (rote Linie) und Kohlenmonoxid (schwarze Linie) in einem geschlossenen Raum von 30 m³ bei einer Luftaustauschrate von 2 (60 m³/Stunde) nach dem Rauchen von 10 Zigaretten, einem Rauchstopp von 60 Minuten und dem erneuten Rauchen von 10 Zigaretten. Quelle: Kotzias D et al 2005[6].

Netzwerk Rauchen stellt dazu fest:
Bei der Abbildung handelt es sich um Figure 5 aus der referenzierten Quellangabe.
Der Versuchsraum ist sehr klein. 12m² Grundfläche bei 2,5m Raumhöhe.
Der Luftaustausch ist mit 60m³/h sehr bescheiden. Er genügt gemäß Arbeitsstätten-Richtlinie (ASR 5) gerade einmal für 2 Nichtraucher bei sitzender Tätigkeit. Pro Raucher wäre ein Zuschlag von 10m³/h pro Raucher zu machen.
Nun werden aber in diesem kleinen Raum binnen 18 Minuten 10 Zigaretten abgebrannt. Dazu benötigt man wenigstens 5 starke Raucher. Selbst sie würden aber den Raum kurz nach der ersten Runde fluchtartig verlassen. Der für 5 Raucher vorzusehende Luftumsatz läge gemäss ASR bei wenigstens 200m³/h. Deshalb wurden für den Versuch Rauchmaschinen eingesetzt.

Der CO-Gehalt tangiert dabei 70% der zulässigen MAK von 20ppm. Für NOx gibt es keinen Grenzwert. Für NO liegt er bei 25.000 ppb.

Trotz unzulässig geringer Belüftung sinken die Konzentration der gemessenen Stoffe binnen einer Stunde wieder weit unter zulässige Konzentrationen nach MAK.
Es wird allerdings wegen zu geringer Belüftung sehr lange dauern, bis die Konzentrationen wieder sehr nahe bei Null liegen. Eine Gefährdung ist damit allerdings nicht zu beweisen. Schon gar nicht bei Stickoxiden oder Kohlenmonoxid.
Die der Abbildung zu Grunde liegende Vorveröffentlichung zu einer Untersuchung aus Italien ist ein sehr erhellendes Dokument. Im Gegensatz zu seinen Schlussfolgerungen belegt es nämlich die Wirksamkeit von Belüftung sehr eindrucksvoll. Näheres dazu findet sich im Anhang.

Das DKFZ schreibt:
Dies gilt insbesondere für die im Tabakrauch enthaltenen Kanzerogene, für die keine Wirkgrenzen definiert werden können, unterhalb derer eine Gesundheitsunbedenklichkeit feststellbar wäre [7,13]. Zwar sinkt mit abnehmender Belastung das Risiko; es wird jedoch unterhalb des experimentell zugänglichen Nachweisbarkeitsbereiches nicht null [13]. Das heißt: Auch geringste Mengen gentoxischer Kanzerogene können die Erbsubstanz schädigen. Diese Schädigungen führen zwar noch nicht zu einem Tumor, sind aber irreversibel, da sie bereits nach der ersten Zellverdopplung als DNA-Tochterzellgenerationen weitergereicht werden [14]. Im Experiment konnte nachgewiesen werden, dass sich solche irreparablen Erbgutschäden bei wiederholter Einwirkung des Kanzerogens aufaddieren. Somit können auch kleinste Belastungen mit den im Tabakrauch enthaltenen gentoxischen Kanzerogenen zur Entwicklung von Tumoren führen.

Dazu meint Netzwerk Rauchen:
Zu dieser von einigen Gefahrstoffexperten vertretenen ‚Null-Hypothese' ist festzustellen, dass Kanzerogene allgegenwärtig sind. Das gilt insbesondere für Benzol, Formaldehyd, radioaktive Strahlung, aber auch für das zwar nicht im Tabakrauch, aber doch in Lebensmitteln stark vertretene Acrylamid.
Udo Pollmer – prominenter und kritischer Ernährungsexperte – schreibt z.B. aktuell im EU.L.E.N-Spiegel Nr. 6 vom 27.12.2006 auf Seite 3 im Zusammenhang mit Cumarin:
Mit jeder Tasse Kaffee schlucken wir etwa zehn Milligramm (!) Krebsgifte ... Stoffe haben in der Regel nicht nur positive oder nur negative Wirkungen.

Das DKFZ schreibt:
Da Lüftungsanlagen die im Tabakrauch enthaltenen krebserregenden Stoffe nicht vollständig entfernen können, was die Voraussetzung für ihren Einsatz wäre, haben führende nationale und internationale Expertengremien entschieden, keine unteren Schwellenwerte festzulegen.

Dazu Netzwerk Rauchen
Das ist eine seltsame Begründungslogik. Wenn eine Lüftungsanlage nicht in der Lage ist Substanzen vollständig zu entfernen, ist das ein Grund für internationale Expertengremien, keine unteren Schwellwerte festzulegen? Im Umkehrschluss dürfte es eigentlich gar keine Schwellenwerte mehr geben, weil keine Lüftungsanlage in der Lage ist irgendwelche Schadstoffe vollständig aus der Luft zu entfernen.

Das DKFZ schreibt:
Auch die MAK-Kommission stellt (von zwei Sonderfällen abgesehen) keine gesundheitsbasierten Grenzwerte für krebserzeugenden Stoffe auf, sofern diese die DNA des Erbguts schädigen.

Netzwerk Rauchen stellt dazu fest:
Mangels besseren Wissens über die Schädlichkeit von Stoffen bei Menschen legen Gefahrstoff-Experten technische Richtkonzentrationen (TRK) fest, wenn schädliche Wirkungen beim Menschen zwar unbekannt sind, jedoch vermutet werden. Das geschieht mit höchster Vorsicht für fast alle Substanzen, die auch nur im Verdacht stehen, Krebs erzeugen zu können. Der Verdacht wird dabei normalerweise aus Tierversuchen mit erheblicher Dosis gewonnen. Mit sogenanntem „Passivrauch" ist es aber besonders schwierig, die Tiere zu schädigen.

Das DKFZ veröffentlicht folgende Literaturquellen:
(1) ASHRAE (2005) Environmental tobacco smoke. Position Document, Approved by ASHRAE Board of Directors, June 30, 2005, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers

(2) Bayrisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2007) Gesundheitliche Bedeutung der Tabakrauchbelastung in öffentlich zugänglichen Einrichtungen. http://www.lgl.bayern.de/gesundheit/umweltmedizin/rauchen.htm abgerufen am 16.02.07

(3) Deutsche Forschungsgemeinschaft (2006) MAK- und BAT-Werte-Liste 2006; Maximale Arbeitsplatz konzentrationen und Biologische Arbeitstofftoleranzwerte; Mitteilung 42. Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe

(4) Johansson J, Olander L, Johansson R (1993) Long-term test of the effect of room air cleaners on

tobacco smoke. Proceedings of Indoor Air, 6, 92

(5) Kotzias D et al (2003) Report on preliminary results on the impact of various air exchange rates on the levels of environmental tobacco smoke (ETS) components. ISPRA – IHCP Physical and Chemical Ex-posure Unit, 2003. www.jrc.cec.eu.int/pce/documentation/eur_reports/tobacco_draft_report.pdf (abgerufen am 20.02.2007)

Dieser Vorveröffentlichung wird ein eigener Anhang gewidmet. Verwunderlich ist, dass es nach 4 Jahren noch keine endgültige Veröffentlichung mit detaillierten Daten gibt.

(6) Kotzias D, Greiss O, Leva A et al. (2005) Ventilation as a means of controlling exposure of workers to environmental tobacco smoke (ETS). European Commission Joint Research Centre, Italy, Smoke Free Europe 2005 Conference, http://smokefree.ash.positive-dedicated.net/worddocs/ventilationkotzias.doc (abgerufen am 20.02.2007)

Dieser Link ist eine verkrüppelte Untermenge der o.g. Vorveröffentlichung

(7) Marquardt H, Schäfer SG (2004) Lehrbuch der Toxikologie. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, Wiebel F (1999) Chemische Kanzerogene. In: Estler A: Pharmakologie und Toxikologie. Lehrbuch für Studierende der Medizin, Pharmazie und Naturwissenschaften. Schattauer Verlag, Stuttgart, 805-812

(8) Repace JL (2000) Can ventilation control secondhand smoke in the hospitality industry? OSHA Ventilation Workshop Analysis. http://www.dhs.ca.gov/tobacco/documents/pubs/FedOHSHAets.pdf (abgerufen am 14.11.2005)

(9) Repace JL (2003), An air quality survey of respirable particles and particulate carcinogens in Delaware hospitality venues before and after a smoking ban. February 7, 2003, Repace Associates, Inc.; http://www.repace.com/reports.html (abgerufen am 20.02.2007)

(10) Repace JL, Hyde JN, Brugge D (2006), Air pollution in Boston bars before and after a smoking ban. BMC Public Health, 6:266

(11) Repace JL, Johnson K.C. (2006), Can displacement ventilation control secondhand ETS? IAQ Applications/Vol 7 No. 4

4 x Repace:
Repace ist neben Stanton Glantz einer der prominentesten Anti-Rauch-Aktivisten in den USA. Auf ihn geht u.a. die Aussage zurück, dass selbst eine Lüftung mit Orkanstärke nicht ausreiche, um Gefahren durch Umgebungsrauch (ETS) zu beseitigen. Ausserdem glaubt er statistisch beweisen zu können, dass Lungenkrebs-Erkrankungen schon kurz nach der Einführung von Rauchverboten abnehmen, obwohl sonst die Fachwelt der Meinung ist, dass sich Lungenkrebs über viele Jahre hinweg entwickle und die Entwicklung irreversibel sei, da der Körper über keine Reparaturmechanismen verfüge. Gerade das ist ja die Begründung für die Null-Toleranz.
In (11) wurden in den Nichtrauchersektionen teilweise höhere Werte für Feinstaub und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) als in den Rauchersektionen ermittelt. - Nach Aussagen der Autoren sei das zurückzuführen auf schlecht geregelte Ventilation, die Küchendünste und Desinfektionsmittel aus dem Toilettenbereich einschleppte. Solche Ergebnisse zeigen deutlich, dass Passivrauch nicht die einzige Quelle für Feinstaub und PAK ist. Die Studie zeigt vor allem, dass die Lüftungstechnik in einer Gaststätte eine große Rolle spielt und dass andere Gefahrstoffquellen die selben Ausmasse erreichen wie Passivrauch.

(12) Weltgesundheitsorganisation (2007) Policy recommendations on protection from exposure to secondhand tobacco smoke. (in press)

(13) Wigle DT, Lanphear BP (2005) Human health risks from low-level environmental exposures: no apparent safety thresholds. Public Library of Science - Medicine, 2, doi: 10.1371/journal.pmed.0020350

(14) Woitowitz J-J, Thielmann HW, Norpoth K et al. (2003) Benzol als Ausnahmekanzerogen in der Prävention und seine gentoxischen Folgen: Toxikologische, arbeitsmedizinische und sozialmedizinische Aspekte. Zentralblatt für Arbeitsmedizin, 53, 126-150

Netzwerk Rauchen hofft, dass es mit dieser Stellungnahme Teile der Wahrheit hinzufügen konnte, die vom DKFZ ausgelassen wurden.

Anhang

Daten zur Wirkung von Belüftung in Innenräumen nach einer vorläufigen Veröffentlichung von Kotzias D et al (2003) www.jrc.cec.eu.int/pce/documentation/eur_reports/tobacco_draft_report.pdf

Die Daten in dieser schon 4 Jahre alten Vorveröffentlichung sind vollkommen plausibel und bei herrschendem Kenntnisstand über Inhaltsstoffe von Tabakrauch physikalisch bestens erklärbar.

Die Versuche gehen von 3 Szenarien aus, die in einem Messraum von 30m³ Volumen (fester Parameter) statt finden:

1. ***First series***: 5 Zigaretten werden nacheinander mit einer ISO-Rauchmaschine bei unterschiedlichem (aber sehr geringem Luftumsatz) innerhalb von ca. 37 Minuten abgeraucht.
2. ***Second series***: 20 Zigaretten werden jeweils 4 gleichzeitig 5 mal nacheinander abgeraucht. Diese Qualmmaschinerie läuft ebenfalls ca. 37 Minuten
3. Ein Experiment wurde mit 10 verbrannten Zigaretten innerhalb knapp 20 Minuten und einer nachfolgenden Pause von 60 Minuten durchgeführt mit Wiederholung nach der Pause. Das Versuchsergebnis ist in Figure 5 dargestellt und wird vom DKFZ wiederholt verwendet.

> Bei dieser Untersuchung wurden offensichtlich gut qualifizierte und wertvolle Versuche durchgeführt, die allerdings nicht mit praktisch vorkommenden Belastungen übereinstimmen. Nur bei der Interpretation der Daten standen zweckdienliche Motive im Weg. Das ist leider häufig der Fall, wenn es um den Nachweis von Gefahren durch ETS geht.

Kohlenmonoxid (CO) in der Luft.

Einige Dreisatzrechnungen zum Mitdenken für mathematische Anfänger:

Ein Raum habe ein Volumen von 30m³
Ein Luftwechsel pro Stunde sind also 30m³/h
10 Luftwechsel pro Stunde sind 300m³/h
20 Luftwechsel pro Stunde sind 600m³/h

20 Zigaretten werden in 37 Minuten verbrannt.
In einer Minute werden also 0,54 Zigaretten verbrannt.
In 60 Minuten werden 32,4 Zigaretten verbrannt.
Der Rauch der 32,4 Zigaretten werde mit 600m³ Luft verdünnt.
Auf eine Zigarette kommen dann 600/32,4 = 18,5 Kubikmeter Luft

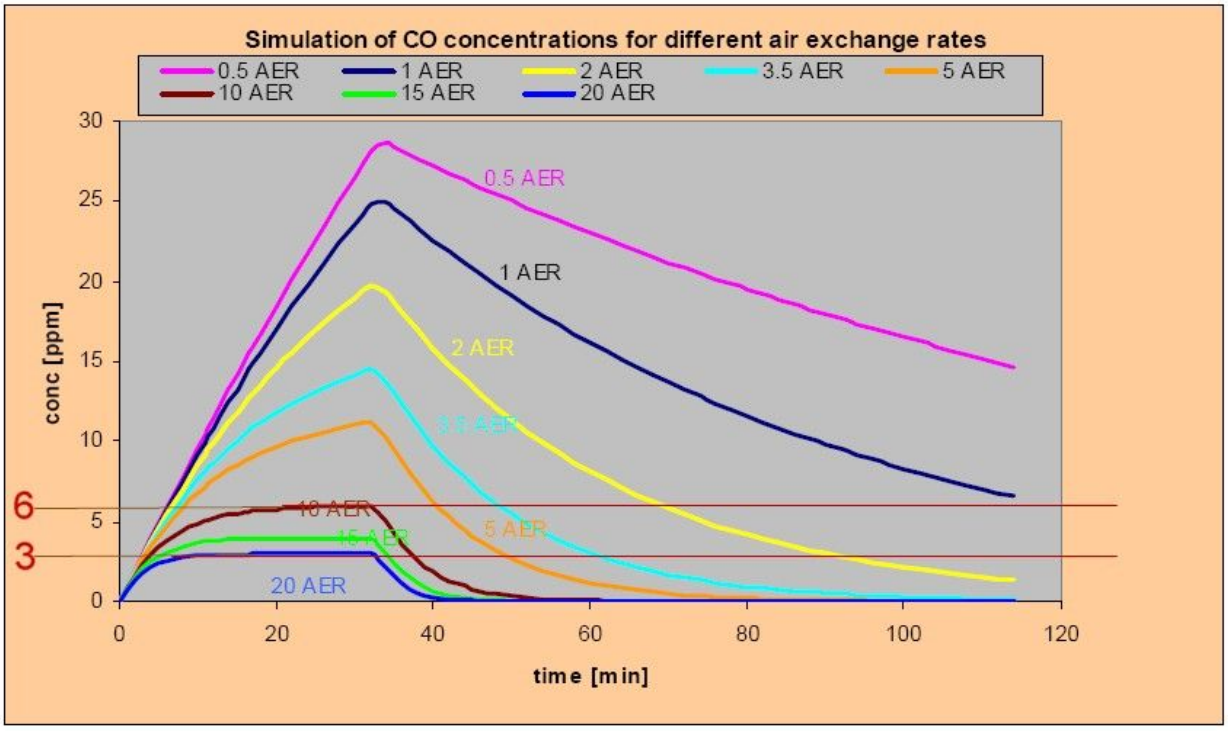
Ein Kubikmeter Luft enthält bei 20 Luftwechseln nach Einstellung des Gleichgewichts gemessene 3ppm CO (siehe Figure 14).
Bei CO entspricht 1ppm Volumenanteil ungefähr 1,15mg/m³ Gewichtsanteil
18,5 Kubikmeter enthalten also 18,5 x 3 x 1,15 = 64mg CO.
Diese Menge wurde von 1 Zigarette erzeugt.

> **NB1**: Das entspricht zufällig ziemlich gut der als Mittelwert angenommen Menge beim Verbrennen einer Zigarette (60mg) gemäss Gefahrstofftabelle [1], ist also vollkommen plausibel. Da dort auch die Luftmenge pro Zigarette ähnlich angenommen wurde (20m³), wie im Versuch (18,5m³), errechnete sich auch dieselbe Konzentration, wie im Versuch bestätigt. (ca. 3µg/m³).
>
> **NB2**: da sich CO/Nikotin wie 20/1 verhalten, setzt eine Zigarette ca. 64/20 = 3,2mg Nikotin frei. Die Versuchszigaretten waren mit 0,6mg Nikotin/Zigarette (Hauptstrommessung!) deklariert. Da im Nebenstrom normalerweise zusätzlich zum Hauptstrom die 3-fache Nikotinmenge enthalten ist, ergäbe sich daraus nur eine Nikotinmenge von 2,4mg/Zigarette

Reduziert man die Luftwechselzahl auf die Hälfte, so ergibt sich nach obigem Rechengang genau die doppelte (stabile) CO-Konzentration mit 6ppm. Das bestätigt auch Figure 14 (10 AER).

Reduziert man die Luftmenge auf ein Zehntel (= 2 Luftwechsel pro Stunde entsprechend 60m³/h) so steigt die CO-Konzentration auf das 10-fache, also 30ppm. Diese dann ebenfalls stabile Konzentration wurde im Versuch nach Figure 14 nicht gezeigt, weil vor Erreichen des Gleichgewichtszustands die Rauchmaschinen nach ca. 37 Minuten bei 20ppm abgestellt wurden. Die für eine Zigarette verfügbare Luftmenge ist dann nur noch 1,85m³. Das entspricht einer kleinen, dicht geschlossenen, unbelüfteten Telefonzelle.

Figure. 14 : *Simulation of CO concentrations for different air exchange rates (model parameters according to second series of experiments).*



Quelle: www.jrc.cec.eu.int/pce/documentation/eur_reports/tobacco_draft_report.pdf

Die Abbildung 14 belegt beeindruckend die Wirksamkeit von Belüftung auf die Luftqualität. Selbst wenn in ein kleiner Raum von nur 30m³ Volumen mit 32 Zigaretten in der Stunde verqualmt würde, würde eine Luftaustauschrate von 10 pro Stunde genügen, um die CO-Konzentration auf 6ppm (30% der MAK) zu stabilisieren. Das Verdünnungsgesetz gilt prinzipiell für alle Inhaltsstoffe von Umgebungsrauch.

Wenn wir 5 Zigaretten mit den oben errechneten 64µg/Zigarette CO verbrennen, so sind das insgesamt 320mg CO.
Verteilen wir das in ein Luftvolumen von 30m³, so ergeben sich 320mg/30 = 10,7 mg/m³. Das entspricht bei CO ungefähr 10,7/1,15 = 9,3ppm Volumenanteil.
Figure 2 belegt das relativ gut mit einem Messwert von 8 ppm Volumenanteil bei einem unbelüfteten Messraum mit 30m³ Volumen.

Beide, Figure 2 und Figure 14, zeigen zwar im Spitzenwert keine umgekehrte Proportionalität zur Lüftungsmenge, umso ausgeprägter ist aber die bei besserer Lüftung dramatisch abnehmende CO-Konzentration (hintere Diagrammhälfte).

Stickoxide (NOx) in der Luft

Wenn wir die o.g. Dreisatzrechnungen zu CO auf NOx anwenden, so kommen wir für die verwendeten Zigaretten auf eine NOx-Emmission von ca. 2,5mg je Zigarette (wenn wir davon ausgehen, dass bei NOx 1ppm ungefähr 1,5 mg/m³ entspricht)

Man beachte dabei:

- bei 20 Luftwechseln erreicht NOx eine statische Konzentration von 90ppb. (parts per billion)
- das entspricht 0,09ppm (parts per million)

In der Gefahrstofftabelle [1] errechnet sich aus dem dort verwendeten Mittelwert für NOx von 0,12mg/m³ entsprechend ca. 80ppb bei 20m³ Luftverdünnung je Zigarette. Das ist erneut eine erstaunliche Übereinstimmung.

Nikotin in der Luft

Figure 10 zeigt unter den extremen Versuchsbedingungen (Second series: sehr geringer Luftaustausch mit 2 AER, bei 20 Zigaretten in 37 Minuten auf kleinstem Raum) eine Maximalkonzentration von 1200µg/m³ für Nikotin. Unter genau gleichen Versuchsbedingungen zeigt Figure 3 eine CO-Konzentration von 22 ppm.

Das Verhältnis ist also:
22ppm CO **/** 1200µg/m³ Nikotin = 0,018
(entsprechend 25mg CO / 1,2mg Nikotin = 21)

Bei 0,5 AER ist das Verhältnis logischerweise ungefähr gleich:
29ppm CO / 1620µg/m³ Nikotin = 0,018

Nikotinmessungen in der realen Welt (siehe hierzu z.B. Nabot et al. http://tc.bmj.com/cgi/content/full/14/1/60) zeigen jedoch, dass so hohe Konzentrationen wie bei der „second series" in der Praxis niemals anzutreffen sind. Nur in ausgesucht schlecht belüfteten Diskotheken in Wien wurden durchschnittliche Nikotin-Konzentrationen von 122µg/m³ (ungefähr ein Viertel der MAK) gemessen, also ein Zehntel der Messwerte unter o.g. extremen Laborbedingungen. Damit ergäbe sich für CO eine realistische Konzentration von 122 x 0,018 = 2,2 ppm (2,5 mg/m³) – ungefähr 7% der MAK.

Wie unter „Kohlenmonoxid in der Luft" gezeigt, erzeugt eine Zigarette ungefähr 64mg CO. In hoch exponierten Diskos liegt also bei Anwendung der Laborwerte die CO-Konzentration bei 2,5 mg/m³. Der Rauch einer Zigarette wird dort also mit 64/2,5 = 25m³ verdünnt.

In Restaurants sind die maximal gemessenen Nikotinpegel noch wenigstens um den Faktor 5 geringer, als in den genannten hoch exponierten und grenzwertig belüfteten Diskos. Für Restaurants ergibt sich also noch eine realistische Maximalbelastung von 0,5ppm CO. Das sind dann noch **2,5% der MAK (restriktiver EU-Wert = 20ppm) für CO** bei gleichzeitig **5% der MAK für Nikotin**.

Die ganzen Versuche zeigen also eindrucksvoll, dass die physikalischen Gesetze der Verdünnung auch für die Substanzen im Tabakrauch gelten.

Benzol in der Luft

erreicht bei dem beschriebenen Extremversuch (second series, 2 AER, 20 Zigaretten in 37 Minuten) gemäss Figure 6 eine Konzentration von 160µg/m³. Bei gleichen Versuchsbedingungen ist die Nikotinbelastung, wie oben schon festgestellt, 1200µg.

Benzol verhält sich also zu Nikotin wie 160/1200 = 0,13. Bei gemessenen Nikotinkonzentrationen in Restaurants in Höhe von maximal ca. 25µg/m³ ergeben sich also noch ca. 25µg/m³ x 0,13 = 3,25µg/m³ Benzol. Das sind ca. **0,1% der herrschenden TRK** (technische Richtkonzentration) in Höhe von 3.250µg/m³. Benzol ist ein anerkanntes Karzinogen, das in unserer Umwelt allgegenwärtig ist.

Formaldehyd

ist ein allgegenwärtiger Stoff in der Luft, der im Verdacht steht, Krebs erzeugen zu können. Im Extremversuch wurde gemäss Figure 5 eine Konzentration von 450µg/m³ gemessen. Dabei wird der Grenzwert in Höhe von 400µg knapp überschritten. Jedoch gilt auch hier, dass die reale Belastung durch Tabakrauch in der Realität selbst in ausgewählt hoch belasteten Diskos um wenigstens den Faktor 10 geringer ist, als beim Versuch (Nikotingehalt beim Versuch 1200µg/m³ versus Mittelwert in ausgesucht hoch belasteten Diskotheken in Wien mit 122µg/m³ Nikotin).

Sehr interessant ist auch die Interpolation von Figure 5, die mit einer Messung 8 Minuten nach Rauchbeginn startet. Demnach muss wohl die gemessene Luft schon vor dem Rauchen mit ca. 200µg/m³ belastet gewesen sein. Ob dies durch eine ungenügende Reinigungslüftung vor Versuchsbeginn oder durch eigene Ausdünstung der Messkabine bedingt war, bleibt eine offene Frage.

Bei genauer Betrachtung von Figure 11 und 12 kommt noch die Frage auf, ob die Rauchmaschinen tatsächlich erst nach 37 min abgestellt wurden, da die Konzentrationen schon nach 33 min wieder abnehmen.

Diese Fragen würde sich auch für Acetaldehyd gemäss Figure 12 stellen. Allerdings liegt die zulässige Belastung mit Acetaldehyd ohnehin bei 25.000µg/m³ im Gegensatz zu einer völlig unrealistischen Exposition mit einer maximalen Konzentration von 1000µg/m³.

Die Luftgeschwindigkeit

Die Durchlüftung eines Raumabschnitts (z.B. mit 30m³ Volumen bei 2,5 m Raumhöhe) mit 20 Luftwechseln pro Stunde ist ungewöhnlich hoch und nur bei dichter Raumbelegung (z.B. in Discos oder sehr gut besuchten „Beizen") notwendig und sinnvoll.

Angenommen ein stark von Menschen belastetes Raumsegment hätte eine Grundfläche von 3 x 4 Meter und eine Höhe von 2,5 Meter entsprechend einem Volumen von 30m³. Es werde ungünstig von Schmalseite nach Schmalseite (3m breit, 2,5m hoch) mit 600m³/h entsprechend einer ungewöhnlich hohen Luftaustauschrate von 20/h (=600m³/h) durchströmt. Der Strömungsquerschnitt wäre also 3m (Breite) x 2,5m (Höhe) = 7,5m².

Damit errechnet sich eine durchschnittliche Luftgeschwindigkeit von 600m³/h **/** 7,5m² = 80m/h = 0,08 km/h. Zugegeben, die durchschnittliche Luftgeschwindigkeit wird sich real nicht homogen im Raumquerschnitt verteilen. Rechnen wir also damit, dass sie lokal um den Faktor 5 grösser ist. Dann kommen wir auf Luftgeschwindigkeiten von bis zu **0,4 km/h** (=0,11m/sec) in einem **stark belüfteten Raum**. Das wird noch nicht einmal als nennenswerte Luftbewegung empfunden.

Ein Orkan hat eine Windgeschwindigkeit von mindestens **117km/h.**

Die Wirksamkeit der Raumbelüftung

Die schwache Wirksamkeit von Belüftung wird in der gegenständlichen Studie mit nur geringen Unterschieden in den gemessenen Spitzenkonzentrationen von CO (Figure 1) und einigen anderen Stoffen gemäss Tabelle 1 begründet, wenn man eine ohnehin zu geringe Luftmenge steigert.

Dass sich diese Spitzenwerte 37 Minuten nach Einschalten der Qualmmaschinen noch kaum unterscheiden, ist aber doch vollkommen logisch! Zunächst kann sich doch der Rauch unabhängig von der Belüftung mit der noch unbelasteten Raumluft verdünnen.

Nach 37 Minuten sind die Spitzenwerte noch längst nicht erreicht. Bei guter Belüftung ginge das wesentlich schneller, wie die Abbildungen 13 und 14 beweisen.

Nehmen wir aber weiter Figure 1. Auch sie zeigt bereits am rechten Ende des Diagramms deutlich die starke Wirksamkeit einer Belüftung schon bei 1 Luftwechsel pro Stunde. Dabei wird der Rauch von 5 Zigaretten mit nur 60m³ Luft verdünnt. Die 60m³ ergeben sich aus unbelastetem Raumvolumen (30m²) plus zugeführte Luft (30m³/h).

Wie schon oben gezeigt, erzeugen die 5 Zigaretten ungefähr 320mg CO. Verdünnt man diese 320mg mit 60m³ Luft, so errechnet sich eine Konzentration von 5,33 mg/m³. Das entspricht ca. 4,6ppm. Dass das Diagramm nach 60 Minuten bereits einen etwas geringeren Wert zeigt ist mit der Dynamik der Rauchbelastung erklärbar.

Würde man die Qualmmaschine nach den 37 Minuten weiter laufen lassen, so würde die CO-Konzentration im unbelüfteten Raum linear zur Zeit ins unermessliche steigen. Dagegen würde sie sich bereits mit 1 AER bei ziemlich genau 17,3 mg/m³ stabilisieren (64*5/37*60/30). Das entspricht ungefähr 15ppm und liegt noch deutlich unter der MAK, obwohl solche Konzentrationen in der Praxis nie anzutreffen sind.

Schlussfolgerung:
Diese Versuche bewiesen das glatte Gegenteil von dem, was als Ergebnis vorveröffentlicht wurde. Sachgerechte Belüftung verbessert sehr wohl die Luftqualität dramatisch, auch wenn Tabakrauch mit im Spiel ist.

Referenzen

[1] Gefahrstofftabelle
http://www.netzwerk-rauchen.de/documents/Gefahrstofftabelle.pdf

[2] Tornado im Restaurant – Flaute in der Garage
http://freenet-homepage.de/mibet/passiv/04.htm

Impressum
Hrsg.:
Netzwerk Rauchen – Forces Germany e.V.
Amtsgericht Bonn, VRB 8700
Bundesvorstand
c/o Christoph Lövenich
Bornheimer Str. 104
53119 Bonn
Tel. 0228/68 46 96 8
Fax 030/70 01 43-15 94
E-Mail: Info@Netzwerk-Rauchen.de
Internet: www.Netzwerk-Rauchen.de