

Lässt sich Tabakrauch in Gastgewerbebetrieben durch Belüftung kontrollieren?

Auswertung des "Berichts über den Workshop *Reduzierung von Tabakrauch in Innenräumen des Gastgewerbes durch mechanische Belüftung*", der von der Federal Occupational Safety and Health Administration¹ und der American Conference of Governmental Industrial Hygienists gesponsert wurde.

James Repace, MSc.
Health Physicist

Repac Associates, Inc.
Secondhand Smoke Consultants
(Berater für Rauchbelastung in Innenräumen)
101 Felicia Lane
Bowie, MD 20720

Juni 2000

Deutsche Übersetzung: Gertrud Sieger

im Auftrag der

Nichtraucher-Initiative Deutschland e.V.

¹ US-eigene Bezeichnungen, Glossar am Textende

Kurze Zusammenfassung des Inhalts

Ein von OSHA² und ACGIH einberufener Workshop von Belüftungsfachleuten kam zu dem Schluss, dass Verdünnungslüftung, wie sie in fast allen mechanisch belüfteten Gebäuden eingesetzt ist, zur Regulierung von Tabakrauch in Gastgewerbebetrieben (z.B. Restaurants, Bars, Spielhallen) nicht ausreicht. Die Teilnehmer erklärten, eine neue, noch nicht bewährte Technik, die sog. Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik), *sei geeignet*, den Rauchpegel der Raumluft (ETS) gegenüber der Verdünnungsventilation um 90% zu senken. Diese Aussage wurde jedoch nicht durch Daten belegt. Eine effektive Luftreinigung liege wahrscheinlich irgendwo zwischen Verdünnungs- und Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik), abhängig von ordnungsgemäßer Wartung. Die Arbeitsgruppe versäumte es, die ETS-Belastung oder das Risiko für die Beschäftigten und Gäste vor bzw. nach der Anwendung der neuen Technik zu quantifizieren. Man stellte fest, dass die Einhaltung der Vorschriften für die Gebäudebelüftung nicht routinemäßig kontrolliert werde. Ebenfalls lägen anerkannte Zulässigkeitswerte für die ETS-Belastung sowie Informationen über typische Belastungspegel nicht vor.

In der wissenschaftlichen Literatur jedoch finden sich Vorschläge zu Qualitätsstandards für ETS in der Raumluft; auch bestehen zuverlässige mathematische Modelle zur Berechnung von Schadstoffkonzentrationen durch Rauchen. Mit Hilfe dieser vorgeschlagenen Standards und Formeln können ein Verfahren zur Ermittlung der Raumluftqualität angewendet und die Belüftungsleistungen gemäß ASHRAE-Norm 62 bestimmt werden. Dieses Verfahren zeigt, dass sich durch Verdünnungslüftung, Luftreinigungs- oder "Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) - auch bei mäßiger Rauchaktivität, die ETS-Gefährdung von Beschäftigten oder Gästen in Betrieben des Gastgewerbes nicht auf ein akzeptables Minimum reduzieren lässt, es sei denn, die Belüftung würde auf ein illusorisches Maß verstärkt. Obgleich wissenschaftlicher Konsens darüber besteht, dass ETS nachweislich Ursache von Krebs-, Herz- und Atemwegserkrankungen ist und ETS fünf anerkannt gefährliche Luftschadstoffe enthält, 47 anerkannt gefährliche Abfallstoffe, 60 bekannte oder mutmaßliche Karzinogene sowie über 100 chemische Giftstoffe, stellt die Tabakindustrie jedes Belastungsrisiko in Abrede, setzt sich gegen Rauchverbote ein, plädiert für Belüftung als Allheilmittel zur ETS-Regulierung und strebt hinsichtlich des Rauchens im Gastgewerbe eine Rückkehr zum Laisser-faire an. Rauchverbote bleiben die einzig durchführbare Maßnahme, Beschäftigte und Gäste im Gastgewerbe gegen die Belastungen durch toxische Abfallprodukte der Tabakverbrennung wirksam zu schützen.

² Abkürzungen am Textende

Inhaltsverzeichnis

Offizielle Zusammenfassung	4
• OSHA/ACGIH-Workshop über Belüftung	4
• ETS und Belüftung: Zusammenfassung der Ermittlung des Gesundheitsrisikos	4
Zusammenfassung der im OSHA/ACGIH-Workshop erörterten Fragen	6
• Diskussion der Arbeitsgruppe über die Hauptpunkte:	8
• Allgemeine Kategorien vorgeschlagener Problemlösungen	9
• Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik)	9
• Belüftete Aschebehälter	10
• Baldachinhauben über Tischen	10
• Kurzzusammenfassung des Workshops	11
Tabakrauch in der Raumluft	12
• Risikoschätzung	12
• Gefährliche Substanzen im Tabakrauch	13
• ETS-Nachweis	13
• Modellberechnungen von ETS-Belastungen und –Risiken in Restaurants, Barbetrieben ...	16
• Ab welchen Risiken besteht Regulierungsbedarf?	19
• Risikoberechnung – Verdünnungsventilation (RACT)	20
• Risikoberechnung – Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) (BACT)	22
• Schlussfolgerungen zu ETS-Risiken bei RACT und BACT	24
Die Tabakindustrie zum Thema Belüftung	25
• ETS, Belüftung und das Gastgewerbe	26
Schlussfolgerungen	29
Anhänge	31
• Anhang A: 103 Giftstoffe im Tabakrauch	31
• Anhang B: Entsprechung der ETS-RSP-Modelle von Repace und Ott	33
• Anhang C: 47 chemische Substanzen im ETS als gefährliche Abfallstoffe klassifiziert	34
• Anhang D: Abhandlungen von Webseiten der Tabakindustrie	35
Literaturhinweise	36
Abbildungen	
• Abbildung 1: Nikotinwerte in 10 Pubs in Vancouver, British Columbia	19
• Abbildung 2: ETS-Risiko und Belüftung - Restaurantpersonal	22
• Abbildung 3: Kalifornien: Wirtschaftlichkeit und Rauchverbote	24
• Abbildung 4: Aktiv-/Passivrauchen und Brustkrebs	28
Tabellen	
• Tabelle 1: Gleichungen zur ETS-Ermittlung	14
• Tabelle 2: Vergleich Berechnungen / Messberichte für ETS-Indikatoren	15
• Tabelle 3: Raucherichte und Luftaustauschrate für Lokale im Gastgewerbe	17
• Tabelle 4: Berechnung von RSP- und Nikotin für Zigarettenrauch	18
• Tabelle 5: ETS-RSP und Erkrankungen von Beschäftigten im Gastgewerbe	20
• Tabelle 6: Mortalität durch ETS und toxische Schadstoffe	23
• Tabelle 7: Mortalitätsrisiken durch ETS nach Wells	28
• Tabelle C-1: Karzinogene im Tabakrauch	34
• Tabelle C-2: Weitere 15 Stoffe im Tabakrauch	34
Abkürzungen (nur in der deutschen Fassung)	38
Glossar: US-eigene Bezeichnungen (nur in der deutschen Fassung)	40

Offizielle Zusammenfassung

Zusammenfassung des OSHA/ACGIH-Workshops über Belüftung

Eine Arbeitsgruppe, bestehend aus 14 Fachleuten der Belüftungstechnik und Belüftungspraxis im Gastgewerbe, wurde damit beauftragt, technisch und wirtschaftlich praktikable Regulierungssysteme für ETS in Restaurants, Barbetrieben und Spielhallen zu ermitteln, wobei die vollständige Beseitigung von ETS nicht vorgegeben war. Die Gruppe stellte das Fehlen von Angaben über typische ETS-Belastungspegel in den einschlägigen Lokalen sowie auch das Fehlen anerkannter Werte für eine zulässige Belastung fest. Die Teilnehmer kamen zu dem Ergebnis, dass Verdünnungsventilation mit Verwirbelung, die mit Abstand häufigste Lüftungsanlage, nicht ausreiche, die ETS-Belastung der Beschäftigten im Gastgewerbe zu kontrollieren. Als potentiell wirksamer wurden Absaugbelüftung an der Schadstoffquelle, rauchlose Aschebehälter, Luftreinigung und Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) bezeichnet. Von diesen hielt man die Luftaustauschtechnik für die vielversprechendste Technik, da hiermit unter günstigsten Voraussetzungen Reduzierungen von 90% erreichbar sein dürften. Diese Schätzungen beruhten auf Expertenmeinung, nicht auf Messwerten. Die Teilnehmer äußerten darüber hinaus Bedenken hinsichtlich der Luftaustauschtechnik, die vielen Belüftungstechnikern wenig bekannt sei und Schwierigkeiten bei der Umrüstung bestehender Anlagen und möglicherweise auch aus ästhetischen Rücksichten ergeben könne.

Die marktüblichen belüfteten Aschebehälter schienen bislang nicht effektiv zu sein, obgleich die Gruppenmitglieder der Meinung waren, die Technik könne auf einen Wirkungsgrad von 40 – 50% verbessert werden, wenn die Raucher dazu bewegt werden könnten, sie zu benutzen (was sich als schwierig erweisen kann in Lokalen mit einem hohen Anteil an ausländischen Touristen). Diese Ergebnisse gaben Expertenmeinungen wieder, nicht datengestützte Analysen. Bei Einsatz von Luftfiltern lassen sich zwar gute Filterergebnisse erzielen, jedoch benötigen sie dazu starke Luftströme und regelmäßige, sorgfältige Wartung im laufenden Betrieb. In der Gastronomie spielt der Kostenfaktor eine wichtige Rolle, wodurch der Realisierung hochtechnischer Konzepte, wie z.B. kontinuierliche Durchströmung mit 100% Frischluft, Grenzen gesetzt sind. Im Spielsalonbereich sind die Kosten für große Spielhallen kein einschränkender Faktor, wohl aber für kleinere Lokale. Hier kann der Anteil rauchender Besucher stark schwanken (z.B. bis zum Dreifachen). Ein weiteres, großes Problem entsteht dadurch, dass nicht alle Bauvorschriften auch den tatsächlichen Betrieb von Belüftungsanlagen fordern, besonders in kleinen, eigenständigen Lokalen.

Kurz gesagt: Der OSHA/ACGIH-Workshop kam zu dem Ergebnis, dass die derzeit bestehenden mechanischen Belüftungen (Verdünnungsventilation mit Verwirbelung) zum Schutz der Beschäftigten gegen ETS nicht ausreichen. Die Luftreinigung sei gleichermaßen problematisch. Man gelangte zu der Ansicht, von den einschlägigen neueren Techniken sei die Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) in der Lage, eine Reduzierung der ETS-Belastung um 90% zu erreichen, ohne dass diese Ansicht jedoch durch Leistungsdaten belegt wurde. Weitere beträchtliche Schwierigkeiten beständen u.a. darin, dass die meisten Belüftungstechniker mit der neuen Technik nicht vertraut seien, sowie in der Umrüstung bestehender Anlagen. Die Gruppenmitglieder sahen es auch als Problem an, dass in örtlichen Bauvorschriften Möglichkeiten fehlten, Belüftungsleistungen durchzusetzen, sowie die Anwendung natürlicher Belüftung. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass in Kalifornien das Cal-OSHA den Unternehmern die Belüftung von Arbeitsplätzen während der Arbeitszeit vorschreibt.

ETS und Belüftung: Zusammenfassung der Ermittlung des Gesundheitsrisikos

Unter Zugrundelegung des durchschnittlichen Rauchaufkommens in den USA und der Standard-Belegungsdichten nach ASHRAE 62-1999 und 62-1898 sowie Leistungsempfehlungen für die Frischluftzufuhr zeigen Modellrechnungen, dass bei Verdünnungslüftung mit der empfohlenen Leistung die ETS-RSP-Werte für Lokale im Gastgewerbe bei 100 – 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen und der Nikotingehalt der Luft bei 10 – 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die errechneten Werte liegen bedeutend niedriger als in der Praxis beobachtete, was auf geringere Ventilationsleistung oder höhere Raucherdichte als erwartet schließen lässt. Das überrascht nicht weiter, da die Raucherdichte nicht regulierbar ist und die Belüftungsleistung nicht durchgesetzt wird.

Bei Zugrundelegung optimaler Verdünnungslüftung, der praktisch verfügbaren Kontrolltechnik (RACT), lag das nach dem Modell ermittelte ETS-Risiko für Lungenkrebs und Herzerkrankungen zusammen bei 15 – 25 pro 1000 Beschäftigte, was dem 15- bis 25-Fachen des OSHA-Kennwertes für signifikante Risiken und dem 15.000- bis 25.000-Fachen des kleinstmöglichen oder "zulässigen Risikos" unter US-Bundeskontrolle stehender gefährlicher Luftschadstoffe entspricht. Dies stützt das Fazit des OSHA/ACGIH-Workshops von Belüftungsexperten, dass die Verdünnungsventilation (die besser ist als 99% der bestehenden Anlagen) keine brauchbare Kontrolle für ETS bietet.

Bei Zugrundelegung optimaler Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik), nach Meinung der Experten des OSHA/ACGIH-Workshops das bestmögliche Kontrollsystem (BACT), würden die Risikowerte für Lungenkrebs und Herzerkrankungen zusammen um 90% verringert. Damit sinkt das geschätzte ETS-Risiko je 1000 Beschäftigte auf 1,5 – 2,5, das heißt, auf das 1,5- bis 2,5-Fache des OSHA-Kennwertes für signifikantes Risiko bzw. das 1.500- bis 2.500-Fache des kleinsten oder "zulässigen Risikos" unter US-Bundeskontrolle stehender gefährlicher Luftschadstoffe. Selbst bei 90%-iger Reduzierung der ETS-Belastung verbleibt also noch ein hochgradig inakzeptables Risiko.

Zudem ist die von den Workshopteilnehmern geschätzte 90%-ige Minderung der ETS-Konzentrationen nicht durch Messdaten gestützt. Die ETS-Konzentrationen, denen Beschäftigte in Raucherzonen realiter ausgesetzt sind, können sich bei dieser Technik bei verringerter Luftströmung erhöhen sowie ebenfalls durch die Einengung von Rauchern in ausgewiesenen Raucherzonen, die nur einen Bruchteil des gesamten Gebäuderaumes ausmachen.

Sämtliche amtlichen Autoritäten im Sektor Wissenschaft und Gesundheit in den USA, wie die US Environmental Protection Agency, das National Institute for Occupational Safety and Health, OSHA, der Surgeon General, die National Academy of Sciences, das National Cancer Institute, das National Toxicology Program und die American Medical Association, stimmen darin überein, dass ETS-Belastungen zu Krankheiten und vorzeitigem Tod führen. Dieser Konsens wurde von der Normenbehörde als ASHRAE-Norm 62-1999 aufgenommen und in Anhang 62-e kodifiziert.

Innenraumverschmutzungen fallen zwar nicht unter das Immissionsschutzgesetz, doch können die verwendeten Kontrollkonzepte auch zur Diskussion über Innenraumverschmutzungen wie ETS von Nutzen sein. Gemäß § 112 US-Immissionsgesetz gelten Verunreinigungen als "gefährliche Luftverschmutzungen" (engl.: HAPS), wenn sie zu schweren Erkrankungen oder vorzeitigem Tod führen können, was bei ETS der Fall ist. Diese chemischen Substanzen, die auch in ETS enthalten sind, werden kontrolliert durch NESHAPS-Vorschriften, die wesentlich strenger sind als diejenigen, die unter der "praktisch verfügbaren Kontrolltechnik" (RACT) für bestehende Schadstoffquellen oder der "bestmöglichen Kontrolltechnik" (BACT) für neue Schadstoffquellen bei Verschmutzung der Außenluft erforderlich sind. RACT und BACT sind für die Kontrolle normaler, ungefährlicher Luftverschmutzungen ausgelegt. NESHAPS regulieren gefährliche Luftverschmutzungen (HAPS) bis auf minimale (De minimis-)Gefährdungswerte, mit entsprechender Sicherheitsmarge. ETS enthält 5 gefährliche Schadstoffe (HAPS), über 100 giftige chemische Substanzen und 47 chemische Stoffe, die gem. RCRA als Sondermüll klassifiziert sind. ETS, etwa aus einem Industrieschornstein ins Freie emittiert, wäre kontrolltechnisch als Schadstoffgemisch (HAP) zu behandeln, etwa wie Koksofenemissionen.

Zwar gibt es in den USA keine amtlichen ETS-Normen für die Luftqualität in Innenräumen (IAQ), doch wurden ETS-IAQ-Normenvorschläge nach Art der NESHAPS publiziert, die darauf abzielen, das Risiko von Lungenkrebs- und Herzerkrankungen durch ETS auf Minimal-(De minimis-)werte zu reduzieren. Diese Normenvorschläge auf Restaurants, Barbetriebe und Spielsalons angewandt, würden Belüftungen in Orkanstärke erfordern, um ETS zu bezwingen. Darüber hinaus würde die Einhaltungskontrolle amtlicher Normen für ETS-Belüftung einen zusätzlichen, aufwendigen Kontrollapparat erfordern. Wenn amtliche ETS-Normen für Lungenkrebs und Herzerkrankungen eingeführt würden, bliebe der Schutz gegen auftretende Risiken durch ETS verursachter Erkrankung an Brustkrebs, Schlaganfall, Nasennebenhöhlenkrebs, der Atemwege etc. ein schwer zu bewältigendes Hindernis.

Die Tabakindustrie gibt nicht zu, dass ETS Gesundheitsrisiken für Nichtraucher birgt. Ihr Ziel ist es, wie auch auf den entsprechenden Webseiten ausgeführt, die Belüftungstechnik zu fördern als eine von zahlreichen Optionen, die Eignern von Betrieben im Gastgewerbe zur Verfügung stehen. Sie plädiert dafür, die Regulierung von ETS dem Markt zu überlassen.

Die kostengünstigste, am leichtesten durchsetzbare Problemlösung der ETS-Reduzierung auf kleinstes Risiko sind Rauchverbote. Sie erscheinen günstig fürs Geschäft und stellen außerdem die einzige bekannte Maßnahme zur Erreichung des *Null-Risikos* dar.

I. Es folgt eine Zusammenfassung von Fragen, die in dem 176 Seiten umfassenden *Offiziellen Bericht über den Workshop 'Reduzierung der Rauchbelastung in Innenräumen des Gastgewerbes durch Belüftungsanlagen'* [gesponsert vom US Department of Labor, Federal Occupational Safety and Health Administration (OSHA) und der American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)] behandelt wurden. Die vorliegende Untersuchung umfasst die bestehende Technik (Verdünnungslüftung und Luftreinigung) und eine vorgeschlagene Technik (Verdrängungslüftung = Luftaustauschtechnik) und fasst die unterschiedlichen Ansichten der teilnehmenden Belüftungstechniker zusammen.

Zusammenfassung des offiziellen Berichts des Workshops über Möglichkeiten zur Kontrolle der Rauchbelastung in Innenräumen des Gastgewerbes durch mechanische Belüftung, vom 7. – 9. Juni 1998 in Ft. Mitchell, KY, der von der Occupational Safety and Health Administration (OSHA) im US Department of Labor und der American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) gesponsert wurde

Zusammenfassung: Im Juni 1998 sponserte OSHA einen Workshop über die Möglichkeiten mechanischer Belüftung zur Reduzierung der Tabakrauchbelastung in Innenräumen des Gastgewerbes. Der 3-tägige Workshop fand in Ft. Mitchell, Kentucky, unter der Federführung des ACGIH statt. Eine 14-köpfige Expertengruppe war zusammengekommen, um mehr Informationen über ETS-Belastungen zu erarbeiten und über technische Belüftungskonzepte zur Reduzierung der Belastungen in Restaurants, Barbetrieben und Spielsalons zu diskutieren. Bei den Teilnehmern handelte es sich um erfahrene Belüftungstechniker und um Betreiber von Lokalen im Gastgewerbe.

Der Workshop war eine Folge der Bekanntgabe geplanter Kontrollvorschriften zur Regulierung der Luftqualität in Innenräumen durch OSHA (59 FR 15968). Die Vorschriften forderten die Kontrolle von Schadstoffquellen und legten Bedingungen fest, unter denen das Rauchen am Arbeitsplatz zugelassen werden könnte. Arbeitgeber hätten bezeichnete Raucherbereiche einzurichten, auf die das Rauchen zu beschränken sei. Bei diesen Bereichen sollte es sich um geschlossene Räume handeln mit direktem Abzug ins Freie. Sie müssten unter ausreichendem Unterdruck stehen, um ungewolltes Entweichen des Tabakrauchs zu vermeiden. Von Beschäftigten sei nicht zu verlangen, im Rahmen ihrer normalen Arbeit die ausgewiesenen Raucherbereiche zu betreten. Während die ETS-Vorschriften von vielen Arbeitgebern umgesetzt werden könnten, "sei OSHA doch klar geworden, dass in Betrieben, in denen intensiver Kontakt zwischen Beschäftigten und rauchenden Kunden besteht (z.B. in Speiselokalen, Getränkeauschankstätten und Spielsalons, die unter dem Sammelbegriff 'Gastgewerbe' subsumiert sind), diese Vorschrift nicht leicht buchstabengetreu zu befolgen sei." In der öffentlichen Anhörung über den von OSHA vorgeschlagenen Standard für die Luftqualität in Innenräumen lieferten die Vertreter des Gastgewerbes wenig brauchbare Informationen über technische und amtliche Kontrollen, die zum Schutz der Beschäftigten geeignet wären.

Ziel des Workshops von 1998 war es, "dringend benötigte Informationen über realisierbare Kontrollmöglichkeiten im Gastgewerbe (i.e. Barbetriebe, Restaurants und Spielsalons) aus Technik und Arbeitsbereich zu erlangen, mit deren Hilfe die ETS-Belastungen reduziert werden könnten, und zwar aus der Sicht der Belüftungstechniker und des Betriebsmanagements. Einen Vortrag über die Zielvorgabe des Workshops hielt Dr. Steven Guffey, Workshop-Vorsitzender und Mitglied des ACGIH Industrial Ventilation Committee, von der Universität Washington. Dr. Guffey führte aus, "Ziel des Workshops sei die Erarbeitung umsetzbarer Konzepte zur Kontrolle von Tabakrauch in Innenräumen (ETS), insbesondere im Gastgewerbe und in Restaurants". Er stellte als Hauptzweck des Workshops die Erarbeitung von Möglichkeiten zur Reduzierung der ETS-Werte heraus. Dr. Guffey erklärte, der Workshop richte sich – beschränke sich aber nicht – auf "die spezifischen Belastungen an Arbeitsplätzen im Gastronomiebereich aufgrund der Schnittstellen zwischen dem Personal und rauchenden Kunden. ETS ist eine Verunreinigung in Barbetrieben, Restaurants und Spielsalons. Wir wollen technische Kontrollmöglichkeiten erörtern, wie z.B. Filtrierung an der Schadstoffquelle, die die Verunreinigung schon in ihrer Entstehung kontrollieren, Konzepte, die technisch und wirtschaftlich realisierbar sind. Weiter können wir andere technische Belüftungssysteme untersuchen, die im allgemeinen Wirtschaftsbereich eingesetzt werden, wie z.B. Frischluftinseln und Verdrängungslüftung (Luftaustauschsysteme)."

Belüftung wurde definiert (Vortrag R. Hughes) als *Einsatz kontrollierter Luftströme zu dem Zweck, eine zuträgliche Atmosphäre zu schaffen und Schadstoffbelastungen zu reduzieren*. Die beiden Hauptbelüftungsarten sind lokale Abzugbelüftung und Verdünnungs- oder Allgemeinbelüftung. Lokale Abzugbelüftung fängt die Verunreinigung unmittelbar am Punkt ihrer Entstehung ab. Die lokale Abzugbelüftung kann zur Reduzierung der Belastung Beschäftigter von Bedeutung sein, da der Schadstoff an oder in unmittelbarer Nähe der Quelle aufgefangen wird und so nicht bis zu dem Beschäftigten gelangen kann. Lokale Abzugssysteme sind in erster Linie für Verschmutzungen an punktuellen Quellen geeignet. Sie sind sehr effektiv bei hohen Verschmutzungspegeln und benötigen geringe Luftströme. Verdünnungsventilation verdünnt den Schadstoff durch Verwirbelung mit großen Luftmengen, um die Konzentration zu verringern. Eine Belastung der Beschäftigten verhindert sie nicht, da der Schadstoff im Raum verbleibt. Sie ist im allgemeinen besser bei diffusen Schadstoffquellen. Ihr Einsatz ist besser geeignet bei geringen Schadstoffkonzentrationen oder Schadstoffen geringer Toxizität. Ein Nachteil (außer der geringen Belastungsminderung) besteht jedoch darin, dass im gegebenen Fall extrem hohe Luftstromleistungen erforderlich sein können.

Die Hauptinformationsquelle für die Auslegung von Belüftungssystemen im Geschäfts- oder Innenraumbereich ist das ASHRAE-Grundlagenhandbuch. Die ASHRAE-Grundlagen sind auf den Aspekt der Zuträglichkeit ausgerichtet, doch enthalten sie auch Angaben über Belüftungen im gewerblichen Sektor. ASHRAE zeigt sehr wohl auch theoretische Aspekte der Belüftung auf. Industrielle Belüftungsanlagen bieten auch Einsatzmöglichkeiten zur Regulierung im gewerblichen Bereich, und obgleich in der Vergangenheit das Augenmerk vorwiegend auf das industrielle Umfeld gerichtet war, sind diese Belüftungstechniken ohne weiteres auch adaptierbar. *Belüftung in der Industrie*, herausgegeben vom ACGIH, ist hauptsächlich auf den industriellen Sektor ausgerichtet. Ausführlich werden dort punktuelle und allgemeine Belüftung behandelt, es finden sich Informationen über Systemkomponenten, und die Auslegung von Abzughäuben, Ventilatoren und Lüftungskanälen wird diskutiert.

Während des Workshops trug jeder Teilnehmer 15 Minuten lang über Themen wie Filtrierung an der Schadstoffquelle gegenüber allgemeiner Verdünnungsventilation vor, über Frischluftinseln, Überwachung der Belüftungsleistung, Luftaustauschanlagen, Partikel- und Gasphasen-Luftreiniger sowie moderne Auslegungsmethoden für Heiz-, Belüftungs- und Klima-(HVAC)Anlagen. Dann untersuchte die Gruppe die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten des Einsatzes von HVAC-Kontrollsystemen auch im Bereich Gastgewerbe unter Verwendung moderner bewährter Praktiken. Zum Schluss erarbeitete die Gruppe Empfehlungen für die aussichtsreichsten Lösungskonzepte.

Die offizielle Zusammenfassung des Berichtes über den Workshop von Dr. Guffey gab einen Überblick über die im Zusammenhang mit den "technischen Problemlösungen der ETS-Belastung" stehenden Fragen. Die Teilnehmer erörterten mehrere einschlägige technische Konzepte für unterschiedliche ETS-Belastungen in Restaurants, Barbetrieben und Spielsalons. Die besten Aussichten auf wesentliche Reduzierungen wurden der Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) zugeschrieben. Sie könnte langfristig kostengünstiger sein als das derzeit allgemein angewandte Prinzip der Luftverdünnung. Ein Hauptproblem besteht jedoch darin, dass den meisten Heiz-, Belüftungs- und Klima-(HVAC-)Technikern Luftaustauschsysteme unbekannt sind und das Verlegen der Kanäle, insbesondere bei der Umrüstung bestehender Anlagen, schwierig sein dürfte. Eine weitere Schwierigkeit ist der Umstand, dass Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) relativ neu und noch zu kurz und zu wenig praktisch eingesetzt ist, als dass mit ausreichender Sicherheit angenommen werden könnte, dass sie sich auch für größere Spielsalons eignet bzw. an Orten, wo starke Verwirbelungen nicht gut kontrolliert sind. Ebenfalls dürfte es schwierig sein, belüftete Aschebehälter auf Spieltischen zu verwenden, da sie die Sicht auf Handbewegungen – in Spielsalons eine unerlässliche Sicherheitsmaßnahme - behindern würden. Ganz allgemein hielt man belüftete Aschebehälter für weniger geeignet, die Belastung radikal herabzusetzen, wohl aber könnten sie den in besetzten Räumen ausgeblasenen Tabakrauch reduzieren, und das bei geringen Abluftmengen. Der Nachteil ist: die Raucher müssten mitmachen, außerdem würden Theken und Tische blockiert. Eventuell ließe sich Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) kombiniert mit belüfteten Aschebehälter in Restaurants und Barbetrieben einsetzen.

Die Zielsetzung des Workshops war es, technische Lösungen für ETS-Belastungen zu erarbeiten, als erschwerender Umstand wurde jedoch **"das Fehlen einer anerkannten Norm für unbedenkliche Belastungspegel sowie auch das Fehlen wichtiger Aussagen über typische Belastungshöhen"** erkannt. Den Teilnehmern war nicht bekannt, welche typischen Belastungen der in Restaurants, Bar- und Spielbetrieben Beschäftigten bei bestmöglicher Durchführung derzeitiger Belüftungsstrategien erreichbar wären. Außerdem sei für die meisten Arten der Luftbehandlung schwer vorauszusagen, welche Belastungsverringerungen erreichbar sind, da zum Teil die Effizienz von etlichen Faktoren abhängt, die dem Einfluss des Planungstechnikern entzogen sind. Dazu zählten die Schadstoffquelle, die Abläufe der Belastung, Rücksichten auf das Hantieren mit Sachen (Servieren von Speisen oder Getränken, Kartengeben etc.), Arbeitspraktiken wie Aufenthalt in unmittelbarer Nähe der Gäste, wobei der Eindruck zu vermeiden ist, in Eile oder unfreundlich zu sein, konkurrierende Luftbewegungen (z.B. Luftströme aus Diffusoren, Konvektion) sowie Stärke, Ort und Mobilität der Schadstoffquelle. Ungeachtet dieser Unbekannten meinten die Teilnehmer jedoch, es könnten Maßnahmen empfohlen werden, um "die ETS-Immissionen und damit auch die Belastung der Beschäftigten wesentlich zu verringern." Die tatsächlichen Größenordnungen der Reduzierung müssten im Versuch ermittelt werden. Ob Reduzierungen ausreichend seien, ließe sich erst feststellen, wenn vom ACGIH oder einer anderen Instanz Normen für zulässige Belastungen erstellt worden seien.

Der Workshop befasste sich mit Themen wie Festlegung der wichtigsten Punkte, vollständiges oder teilweises Fehlen von Basisdaten, Rauchbereiche, Rauchquellen, Rauchverhalten als Voraussetzung für die Rauchbehandlung an der Quelle, ETS-Überwachung, zwingende Rücksichten bei Problemlösungen, allgemeine Kategorien von Lösungskonzepten und schließlich in Frage kommende generelle Kontrollmaßnahmen in Barbetrieben, Restaurants und Spielsalons: Verdünnungsventilation, Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) und belüftete Aschebehälter. Es wurden ungefähre prozentuale Angaben zur Reduzierung gemacht, offenbar basierend auf Expertenmeinung, nicht auf Daten oder Rechenmodellen. Eine vollständige Beseitigung von ETS war nicht Gegenstand der Diskussion.

Diskussion der Arbeitsgruppe über die Hauptpunkte:

1. **Basisdaten fehlen oder sind unvollständig:** Fehlen von Daten über die Aufsteigegeschwindigkeit von Zigaretten- und Zigarrenrauch (Pfeifen offenbar unberücksichtigt) in verschiedenen Höhen oberhalb der Quelle kritisch für Kontrolle durch Fallströme. Workshop entscheidet, Geschwindigkeiten zu hoch, so dass Fallströme nicht wirken. Beschleunigen stärkere Luftströme die Verbrennungsgeschwindigkeit, was Raucher abhalten würde, mitzuwirken, d.h. die Zigarette zwischen den Zügen unter kleine Hauben zu halten? Ungewissheit über Teerablagerung auf Lüftungskanälen. Wirksame Filter brauchen u.U. exzessive Drücke, werden evtl. ungenügend gewartet. Optimale Filter und deren Anordnung: in der Haube oder am Ventilator? Kann gefilterte Abluft in den Kreislauf zurückgeführt oder muss sie ins Freie abgesaugt werden? Filter in rauchfreien Aschebehältern = schlechte Entsorgungsleistung. Teilnehmer aus der Gastronomie klagen über Schwierigkeiten in der Wartung und schlechte Einwirkung verstärkter Ventilator drücke auf Geräte, wenn Filter nachträglich eingebaut werden. Daten aus Veröffentlichungen zu diesen Themen waren den Teilnehmern nicht bekannt, sie glauben jedoch, diese ließen sich durch weitere Erkundigungen beschaffen.
2. **Rauchbereiche:** Die Erörterung technischer Kontrollen ist auf den Ort des Geschehens zu richten, nicht auf den Betriebstyp, so z.B. auf Tische und Kabinen, Bars, Spieltische, abgesenkte Ebenen und Videospiele, ausgewiesene Rauchsalons mit Bewirtung, stationäre Mitarbeiter im Servicebereich, an Garderoben und Kassen.
3. **Rauchquellen:** Ausgeatmeter Hauptstromrauch verteilt sich über einen weiten Bereich, sofern der Raucher ihn nicht in einen Auffangbehälter bläst. Umhergehende Raucher sind eine diffuse Quelle exhalierter Hauptstromrauchs und Nebenstromrauchs. Methoden punktueller Kontrolle an der Quelle greifen hier kaum. Blasen sie ihren Rauch in Richtung Mitarbeiter, ist wahrscheinlich jede Ventilation wirkungslos. Wichtig ist Geschwindigkeit und Richtung. Kontrollsysteme für mobile Rauchquellen sind sehr schwer zu planen: Wie lange hält der Raucher die Zigarette und wie lange ist sie abgelegt? Unterschiede zwischen Zigarren und Zigaretten? Pfeiferauchen wurde als geringfügig erachtet und blieb als Rauchquelle unberücksichtigt. Kenntnisse über ETS-Entstehung nach Zeit und Ausmaß sind dürftig.
4. **Welche ETS-Reduzierungen sind gefordert?:** Keine Vorgaben.
5. **Rauchverhalten für erfolgreiche Problemlösungen:** Das Rauchverhalten in Restaurants, Barbetrieben und Spielsalons ist unterschiedlich. Im Restaurant wird mit Muße, in Spielhallen intensiv geraucht.
6. **Annahmen zum Raucherverhalten und die Wahrscheinlichkeit der Anpassung an die Erfordernisse erfolgreicher Problemlösungen:** Kann das Rauchen auf ausgewiesene Bereiche begrenzt werden, wobei die Zigaretten möglichst oft im Aschebehälter abgelegt und der Rauch in Richtung Lüftungsstellen ausgeblasen wird? Nach Erfahrung der Workshopteilnehmer werden ausgehängte Regeln am Ort weitgehend befolgt und Ausblasen in eine bestimmte Richtung ist möglich, besonders aufwärts. Ob Raucher ihre Zigaretten zwischen den Zügen im Ascher ablegen würden, ist nicht bekannt, wird aber als wahrscheinlich angenommen.
7. **ETS-Überwachung:** Als bester Indikator für luftgetragenen Nikotins und UV- oder fluoreszierender Partikel wurde die Kontrolle an der Person angesehen. Nach Ausführungen in der Literatur waren Schwebstoffe in der Atemluft schlecht mit genaueren Maßnahmen erfassbar. Körperflüssigkeiten oder Haarkotin sei möglich, jedoch durch individuelle Unterschiede beeinträchtigt. Stationäre Monitore seien evtl. besser als Monitore an der Person für kurze Zeitspannen aufgrund der individuellen Unterschiede.
8. **Wichtige Einschränkungen bei Lösungskonzepten:** Problemlösungen können nur akzeptiert werden, wenn sie Rauchern möglichst geringe Mühe abfordern und sie nicht das Gefühl bekommen, angeprangert oder bestraft zu sein. Akzeptable Lösungen müssen innerhalb der Luftströmungsleistung derzeitiger Anlagen liegen, außer vielleicht bei großen Spielkasinos.
9. **Wahrscheinlich erreichbare ETS-Reduzierung durch die verschiedenen Methoden:** unterschiedlich je nach Verfahren. Ausführliche Besprechung s. unten.
10. **Kostenfaktoren und Grenzen:** Die Kosten zusätzlicher Abzugbelüftung wurden mit \$1-2/Kubikfuß/Minute/Jahr ($\$1-2/\text{cfm}\cdot\text{y} \cong \$1-2/0,02832/\text{m}^3/\text{min}/\text{a}$) veranschlagt.

Allgemeine Kategorien vorgeschlagener Problemlösungen

- Rauchverbote
- Begrenzte Rauchzeiten
- Rauchsalons mit Selbstbedienungs-, d.h. personalfreien Speisebereichen
- Verdünnungsventilation mit Verwirbelung
- Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik)
- Rauchabfang an der Rauchquelle unter Verwendung von Hauben

Da der Workshop zum Ziel hatte, Problemlösungen zu untersuchen, die bei zugelassenem Rauchen "die Belastung der Beschäftigten wesentlich verringert", schieden Rauchverbote, Zeitfenster und Rauchsalons ohne Service bei der Betrachtung aus. Die Teilnehmer stellten fest, dass Verdünnungslüftung mit Verwirbelung, obwohl allgemein verwendet, keine geeignete oder wirksame Methode ist, die ETS-Belastung für Beschäftigte in Restaurants, Barbetrieben und Spielsalons zufriedenstellend zu regulieren, besonders in Anbetracht dessen, dass weder Auflagen für die zulässige Regelhöhe noch Messdaten zum Nachweis dieser Kontrolle vorliegen. Der Workshop konzentrierte sich daher auf die verbleibenden Alternativen: Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) und Abzugventilation an den ETS-Quellen.

Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik)

Bei der Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) handelt es sich um ein System nach Art der Verdünnungsventilation *ohne* die bei den derzeitigen Anlagen erforderliche Verwirbelung der Luft. Bei der Luftaustauschtechnik ist Frischluft von 5 – 10° unter der vorhandenen Raumlufttemperatur in den Raum einzubringen. In Bodennähe eingeführt, fließt sie, sich horizontal ausdehnend, in die freien Räume. Da Menschen, technische und elektrische Einrichtungen üblicherweise bedeutend wärmer sind als diese Frischluft, lassen die von ihnen ausgehenden Konvektionsströme die warme, belastete Luft zur Decke steigen, wo sie durch Abluftgitter abgeführt werden kann. Unterstützend wirkt, dass die aufsteigende Tabakrauch enthaltende Luft warm ist, so dass Nebenstromrauch und ausgeatmeter Hauptstromrauch mitgenommen werden. Bei über 2,75 m hohen Decken dürften dann die unter der Decke befindlichen Schadstoffe deutlich oberhalb der Atemluftschicht liegen. Diese Strategie steht im Gegensatz zu Verdünnungsventilation mit Verwirbelung, welche die Luft am Boden und unter der Decke mit Hilfe von Deckendiffuser zur Lieferung der erforderlichen kinetischen Energie zu mischen versucht. Bei der Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) sollte die Luft möglichst wenig durch bewegliche Gegenstände (z.B. Casablanca-Ventilatoren), Luftströme etc. bewegt werden (es handelt sich hier nämlich um eine Technik mit schwacher Luftströmung). Sie ist am wirkungsvollsten, wenn die Frischluft direkt über dem Boden eingebracht wird, das heißt, Kanäle und Frischluftgitter sind am Boden oder unmittelbar darüber zu installieren. Nach unten geblasener Tabakrauch läuft dem Prinzip dieses Systems zuwider. Die Vertreter aus der Gastronomie äußerten ebenfalls Bedenken, dass bei Verlegung großer Diffuser in Bodennähe Beeinträchtigungen in Layout und Ästhetik zu erwarten seien. Es fehlen Versuchserfahrungen über die Wirksamkeit des Systems, wenn die Diffuser an der Decke in Wandnähe eingebaut sind und abwärts gerichtet werden. Die Teilnehmer waren der Ansicht, dass Luftaustauschsysteme unter geeigneten Voraussetzungen in der Lage sind, sowohl Nebenstrom- als auch Hauptstromrauch zu beseitigen, und eventuell zusammen mit belüfteten Aschebehältern, belüfteten Kabinen und anderen punktuellen Abzugeinrichtungen eingesetzt werden können.

Nach Schätzung der Workshopteilnehmer könnten ETS-Reduzierungen bei guten Voraussetzungen etwa 90% und mehr betragen. Bemerkt wurde jedoch, dass die Reduzierungswerte unter schlechten Voraussetzungen, insbesondere solchen, die durch Luftbewegungen und starke Wirbel bedingt sind, drastisch verringert werden könnten.

Die Teilnehmer äußerten folgende Bedenken:

- Die Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) ist vielen HVAC-Technikern unbekannt.
- Die Frischluftdiffuser beanspruchen viel Wandraum.
- Luftzuleitung in Bodenhöhe kann Schwierigkeiten bereiten, besonders in bestehenden Betrieben.
- Die Technik ist anfällig in Bezug auf die Frischlufttemperatur, was das Wohlbefinden der Gäste beeinträchtigen kann.
- Bei geringen Deckenhöhen können Temperaturschichtungen entstehen (warmer Kopf und kalte Füße).
- In Deckenhöhe bestehen hohe ETS-Konzentrationen. An erhöhten Plätzen tätiges Personal (z.B. in Spielsalons) könnte verstärkt belastet werden, wenn nicht zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden.

Belüftete Aschebehälter

Mit belüfteten ("rauchlosen") Aschebehältern könnten nach Ansicht der Workshopteilnehmer im Prinzip sehr gute Ergebnisse in der Reduzierung von Nebenstromrauch erreicht werden, jedoch waren handelsübliche Ascher im Versuch weitgehend unwirksam, während von Teilnehmern zu Versuchszwecken selbst hergestellte sehr viel besser funktionierten. Jedes abzuglose Gerät kann jedoch nur bei äußerst sorgfältiger Filterwartung wirksam bleiben. Man war der Meinung, dass die Wartung für das Gastgewerbe wahrscheinlich ein Dauerproblem darstellen würde. Schwierigkeiten im Betrieb aufgrund Platzmangels auf Barthecken und Tischen sowie mögliche Probleme bei der Reinigung der Behälter und der von ihnen verstellten Flächen können ihren Nutzen weiter mindern. Die Teilnehmer äußerten Bedenken, ob geschlossene, belüftete Aschebehälter von Restaurants und Gästen akzeptiert würden. Unter der Prämisse, dass 50 – 70% der ETS-Belastung aus Nebenstromrauch resultiert, und weiter, dass ordnungsgemäß gewartete Ascher 95% des zwischen den Zügen von der Zigarette ausgehenden Rauches – was für 80% der Zeit angenommen wird – abfangen könnte, **läge die Auf-fangleistung netto zwischen 38 – 53% ETS.**

Vorteile:

- hohe potentielle Effektivität
- Minderung der gesamten Raumbelastung durch ETS, einschließlich Flächen
- geringer Luftstrombedarf
- niedriger Geräuschpegel
- schnelle, leichte Reinigung

Nachteile:

- Abführung ins Freie erforderlich, außer bei eingebautem Filter und Ventilator
- häufiges Reinigen der Hauben und Kanäle, wenn kein Filtrieren an der Haube
- eingebaute Haubenfilter sind häufig zu reinigen
- bei Behältern ohne Einbaufilter können Leitungen verstopfen

Baldachinhauben über Tischen

Die Teilnehmer erklärten, ETS-Reduzierungen seien bei Verwendung von Baldachinhauben von der Stärke des Luftstromes abhängig, ermittelten jedoch keine erwartbaren Reduzierungen, da die Luftströme im Mindestbereich bei >300 cfm (>8,5 m³/min) je Haube liegen würden und das Konzept damit nicht praktikabel sei.

Kurzzusammenfassung des Workshops:

Eine Arbeitsgruppe bestehend aus 14 Fachleuten aus Belüftungstechnik und Praxis im Gastgewerbe war mit der Ermittlung technisch und finanziell praktikabler mechanischer Lösungen für die ETS-Reduzierung in Restaurants, Barbetrieben und Spielsalons beauftragt, wobei die vollständige Beseitigung von Tabakrauch nicht zur Diskussion stand. Man stellte fest, dass Daten über typische ETS-Belastungen in solchen Lokalen nicht vorliegen, ebenso bestehen keine anerkannten Standards für eine zulässige Belastung. Die Teilnehmer stellten fest, dass Verdünnungsventilation mit Verwirbelung, das mit Abstand häufigste verwendete Konzept, nicht ausreiche, um die ETS-Belastung der Beschäftigten in Betrieben des Gastgewerbes zu reduzieren. Als potentiell effektiver wurden Absaugbelüftung an der Schadstoffquelle, rauchlose Aschebehälter, Luftreinigung sowie Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) ermittelt. Von diesen erschien die Verdrängungslüftung als die vielversprechendste, die unter optimalen Verhältnissen Reduzierungen von ca. 90% erreichen kann. Bedenken gegenüber diesem technischen Konzept ergaben sich u.a. daraus, dass es wenigen Lüftungstechnikern bekannt ist und sich Schwierigkeiten bei der Umrüstung bestehender Einrichtungen sowie eventuell aus ästhetischen Gründen ergeben könnten.

Marktübliche belüftete Aschebehälter erwiesen sich bisher nicht als effektiv, doch waren Teilnehmer der Ansicht, die Leistung lasse sich auf 40 – 50% erhöhen, wenn die Raucher dazu bewegt werden könnten, sie zu benutzen. Dies jedoch könne sich in Lokalen, wo eine hohe Dichte ausländischer Touristen bestehe, als schwierig erweisen. Luftfilter können zwar eine hohe Auffangleistung haben, doch benötigen sie für einen effektiven Einsatz starke Luftströme und regelmäßige sorgfältige Wartung im Betrieb. In der Gastronomie spielt der Kostenfaktor eine große Rolle, was der Umsetzung hochtechnischer Lösungskonzepte wie z.B. Anlagen mit kontinuierlichem 100%-igem Frischluftstrom Grenzen setzt. In Spielhallenbetrieben haben die Kosten für große Casinos keine einschränkende Bedeutung, wohl aber für kleinere. Der Anteil rauchender Besucher kann hier stark schwanken (z.B. um das Dreifache). Ein weiteres Problem sahen die Teilnehmer darin, dass nicht alle Bauvorschriften den tatsächlichen Betrieb der Belüftung zur Auflage machen, insbesondere bei kleinen Lokalen, die zu keiner Kette gehören. Es sei jedoch erwähnt, dass in Kalifornien der Cal-OSHA den Arbeitgebern die Belüftung von Arbeitsplätzen während der Arbeitszeit zwingend vorschreibt, und zwar unter (CCR Teil 8, 5142).

Bemerkungen: Obgleich in der Literatur umfangreiche ETS-Daten vorliegen, die aus über sechs Berichten zusammengetragen wurden, und trotz der Tatsache, dass seit über 40 Jahren Berechnungsmodelle für die Luftqualität in Innenräumen entwickelt werden, wurden von dem Workshop weder Modelle noch Daten über vorhandene typische ETS-Belastungen in Lokalen des Gastgewerbes verwendet. Das Verfahren gem. ASHRAE 62 Art. 6,2 zur Kontrolle der Luftqualität in Innenräumen, das eine direkte Problemlösung durch Begrenzung der ETS-Konzentration auf einen angegebenen Unbedenklichkeitswert bietet, wurde von den Experten nicht verwendet. Daten zur Begründung ihrer Überzeugung, es könnte durch kontrollierte Untersuchungen oder Praxisversuche eine 90%-ige Minderung der ETS-Konzentrationen erreicht werden, insbesondere angesichts der geäußerten Bedenken bezüglich der Verlegung von Frischluftleitungen, Luftstromwirbeln und Ausblasen von Rauch nach unten oder in Richtung des Personals (wie es oft in Spielsalons vorkommt), wurden von den Workshopteilnehmern nicht vorgelegt. Angesichts der von OSHA geschätzten mehr als jährlich 13.000 Todesfälle Beschäftigter durch ETS-Belastung erscheint im übrigen die Einstellung der Workshopteilnehmer, eine nur 90%-ige Minderung der ETS-Belastung sei ausreichend zum Schutz der Beschäftigten, als arrogant. Das Vertrauen in die Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) ist nicht ausreichend begründet. Die Überzeugung der Experten, ETS-RSP gestatte keine direkten Schlüsse durch spezifischere Messungen, wird nicht begründet (ref. z.B. EHP, 107, 2. Erg., S. 225-388, Mai 1999). Individuell unterschiedliche Kotininwerte führen nicht zu Fehleinschätzungen der ETS-Dosen (Repace et al., 1998).

Tabakrauch in der Raumluft (ETS)

Im Folgenden ist die Anwendung des Verfahrens zur Kontrolle der Luftqualität in Innenräumen gem. ASHRAE-Normen 62-1981, 62-1989 und 62-1999 über ETS beschrieben, das die "direkte Problemlösung" der für die Kontrolle erforderlichen Belüftungsleistungen darstellt.

Risikoschätzung

ETS besteht aus dem vom glimmenden Teil einer Zigarette, Pfeife oder Zigarre in die Luft abgegebenen sowie dem vom Raucher ausgeatmeten Rauch. Das Einatmen von ETS ist als unfreiwilliges Mitrauchen oder Passivrauchen bekannt. In den letzten 20 Jahren hat sich eine Fülle von Material über die von ETS ausgehenden Gesundheitsrisiken angehäuft, das einen Zusammenhang von ETS-Belastung und vorzeitigem Tod dokumentiert. Der SCOTH-Bericht, die neueste Arbeit über ETS aus Großbritannien, kommt zu dem Ergebnis, dass durch Passivrauchen Lungenkrebs und ischämische Herzerkrankungen verursacht werden. Als Konsequenz sieht der SCOTH-Bericht Einschränkungen des Rauchens in öffentlichen Gebäuden und am Arbeitsplatz zum Schutz der Nichtraucher (SCOTH, 1998) als erforderlich an. Das National Toxicology Program der USA hat ETS auf die Liste der *bekanntesten menschlichen Karzinogene* gesetzt (NTP, 2000), und im finnischen Parlament wurde gleichermaßen dafür gestimmt, Tabakrauch in die amtliche Liste karzinogener Substanzen aufzunehmen (CanFin, 1999).

In den USA kam die Environmental Protection Agency of the State of California (CalEPA, 1997) in einem wissenschaftlichen Bericht, in dem öffentliche Stellungnahmen von Personen aus Bundesbehörden, Landes- und kommunalen Ämtern, Universitäten und verschiedenen Forschungsgremien sowie auch der Tabakindustrie ausgewertet wurden, zu dem Ergebnis, dass ETS-Belastungen bei erwachsenen Nichtrauchern Lungenkrebs und Nasennebenhöhlenkrebs, Herztod, akute und chronische Koronarerkrankungen auslösen, bei Schwangeren das Wachstum des Fötus hemmen sowie akute Beschwerden im Augen- und Nasenbereich verursachen. Nach Erhebungen des California EPA (1997) sterben in den USA infolge ETS-Belastung jährlich 3.000 Personen an Lungenkrebs (LCDs), 35.000 – 62.000 an Herzversagen (HDDs) infolge ischämischer Herzerkrankungen, und es gibt eine unbestimmte Anzahl Fälle von retardiertem Fötuswachstum.

Im Jahre 1994 stellte die US Occupational Safety and Health Administration (OSHA, 1994) fest, dass "in Innenräumen Beschäftigte einem hohen Risiko ausgesetzt sind, schwere Gesundheitsschädigungen durch schlechte Raumluftqualität zu erleiden". Zur Stützung dieser Feststellung führt das Amt das Mortalitätsrisiko infolge Herz- und Lungenerkrankungen für nicht rauchende Beschäftigte in den USA durch Passivrauchen an, das mit jährlich 722 Todesfällen durch Lungenkrebs und 13.000 durch Herzerkrankungen beziffert wird. Diese Todesfälle seien vermeidbar, wenn Nichtraucher am Arbeitsplatz nicht den Belastungen durch ETS ausgesetzt würden. 1994 schlug OSHA eine Verordnung vor, ETS-Belastungen von Nichtrauchern am Arbeitsplatz auszuschließen. Im Jahre 1992 erklärte die US Environmental Protection Agency (EPA, 1992) ETS zum "erkannten menschlichen Lungenkarzinogen", das nach zurückhaltender Schätzung für jährlich 3.000 Todesfälle durch Lungenkrebs verantwortlich ist.

Im Jahre 1992 erklärte die American Heart Association (AHA, 1992) ETS zur "häufigen, vermeidbaren Ursache kardiovaskulärer Erkrankungen und vorzeitigen Todes" und bezifferte die Mortalität durch Herzerkrankungen und Krebs im Zusammenhang mit ETS insgesamt auf nahezu 50.000 Todesfälle pro Jahr. Dabei sei Passivrauchen die dritthäufigste vermeidbare Todesursache, nach aktivem Rauchen und Alkohol. 1991 erklärte das US National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, 1991) Tabakrauch in Innenräumen (ETS) zu einem "potentiellen Karzinogen" am Arbeitsplatz, die juristische Definition für eine Substanz, die in der Lage ist, Krebs bei Menschen zu verursachen oder seine Latenzzeit herabzusetzen. Auf der Basis biologischer Plausibilität und epidemiologischer Studien ergaben mehrere Risikountersuchungen über Lungenkrebsmortalität bei nicht rauchenden Bürgern in den USA durch Passivrauchen eine Größenordnung von 50.000 Todesfällen pro Jahr (Repace & Lowrey, 1985; 1990). Nach Wigle et al. (1987) sterben jährlich etwa 330 Kanadier an Lungenkrebs durch Passivrauchen.

1986 bezeichnete der U.S. Surgeon General "unfreiwilliges Mitrauchen" als "Ursache von Erkrankungen, u.a. an Lungenkrebs, bei gesunden Nichtrauchern". Im gleichen Jahr erklärte der National Research Council (NRC, 1986) der US National Academy of Sciences, ein vom Kongress bestelltes, privates Gremium zur Förderung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Beratung der Bundesregierung in wissenschaftlichen Fragen, dass "nach Würdigung der gesamten vorliegenden Erkenntnisse die Häufigkeit der Erkrankung von Nichtrauchern an Lungenkrebs durch ETS-Belastung erhöht wird."

Die Erhebungsergebnisse aus Studien über rauchende Ehepartner zeigen, dass das durchschnittliche zusätzliche Lungenkrebsrisiko durch Passivrauchen 24% beträgt (95% CI: 13 – 36%) [Hackshaw et al., 1997]. Bei

Nichtrauchern jedoch, die dem Rauch von einer Packung Zigaretten oder mehr pro Tag ausgesetzt sind, kann das Zusatzrisiko wesentlich höher liegen. Das EPA hat 12 Studien zur Feststellung der Erhöhung in diesen Starkrauchbereichen ausgewertet. Bei neun Studien in fünf Ländern lag das zusätzliche ETS-Risiko in diesem Bereich bei 57 – 220%; drei weitere Studien in zwei Ländern ergaben Risiken zwischen 10% und 20% (U.S. EPA, 1992, Tab. 5 – 11). In den USA rauchte der Durchschnittsraucher im Jahre 1980 täglich 32 Zigaretten (Repace & Lowrey, 1980). Law et al. (1997) werteten die Ergebnisse von 19 veröffentlichten Studien über Passivrauchen und Herzerkrankungen aus. Sie berichteten, dass lt. epidemiologischen Studien über das Passivrauchen das durchschnittliche Zusatzrisiko ischämischer Herzerkrankungen 23% beträgt (95% CI: 14 – 33%), und schlossen, dass die Häufung von Thrombozyten eine einleuchtende Erklärung für Ablauf und Größenordnung dieser Wirkung liefert. Kawachi et al. (1997) untersuchten Herzerkrankungen (CHD) bei 32.000 amerikanischen Krankenschwestern im Alter von 31 bis 61 Jahren als Gruppe nichtrauchender weiblicher Personen, die nur am Arbeitsplatz ETS-Belastungen ausgesetzt sind, und beobachtete Dosis-Reaktionen für Passivrauchen und CHD. Die bereinigten relativen CHD-Risiken betragen 1,00 [ohne ETS], 1,58 (95% CI, 0,93-2,68) [gelegentliche Belastung] und 1,91 (95% CI, 1,11 – 3,28) [regelmäßige Belastung]. Diese Studie ergab bei regelmäßiger Belastung durch Tabakrauch am Arbeitsplatz eine CHD-Erhöhung um 91%.

Johnson und Repace (im Druck) stellten fest, dass epidemiologische Studien über Passivrauchen und Erkrankungen durch Vorliegen anderweitiger ETS-Belastungen (z.B. in der Kindheit, im gesellschaftlichen Bereich oder am Arbeitsplatz) verfälscht sein können. In solchen Fällen können Lungenkrebs- oder andere Krankheitsrisiken stark unterschätzt werden. Partner von Nichtrauchern, die anderweitig ETS-belastet sind, werden der Gruppe der nicht ETS-Belasteten zugeordnet, sie verderben die Werte der Gruppe und verfälschen die Risikoeinschätzung. Zum Beispiel sind Hackshaw et al. (1997) der Meinung, das Wahrscheinlichkeitsverhältnis Lungenkrebs zu Passivrauchen hätte 1,42 (1,21 – 1,66) geheißen, wären Personen, die nur durch den Partner belastet werden, mit denen verglichen worden, die wirklich gänzlich unbelastet sind. Vergleichsweise ermittelte Wells (1997) in einer vor kurzem erstellten Meta-Risikobewertung im Zusammenhang mit ETS-Belastung am Arbeitsplatz eine geschätzte relative Gefährdung von 1,39 (95% CI, 1,15 – 1,68) in den fünf Studien, die den grundlegenden Qualitätsstandards für Untersuchungen entsprechen. Repace und Lowrey (1985) stellten fest, dass sich bei Betrachtung von ETS-Belastungen am Arbeitsplatz und einer unbelasteten Bezugsgruppe in der Studie der American Cancer Society über Passivrauchen und Lungenkrebs das relative Risiko der Bevölkerung von 1,2 auf 1,7 erhöhte.

In einer Modellberechnung des Risikos durch ETS-Belastung am Arbeitsplatz bezifferten Repace und Lowrey das relative Risiko bei Büropersonal in den USA in den Achtzigerjahren mit 2,0. Dieses Ergebnis entspricht einem von Reynolds et al. (1996) genannten Wert für Frauen nach 30 oder mehr Jahren ETS-Belastung am Arbeitsplatz, das heißt, für Frauen in Altersbereichen, in denen die Lungenkrebsmortalität signifikant zu werden beginnt. Im übrigen beziehen sich alle diese Auswertungen auf den durchschnittlichen Risikobereich. Repace et al. schätzten, dass bei Personen des 95. Percentils (z.B. bei Personen, die hoher Raucherichte bei geringem Luftaustausch ausgesetzt sind) eine viermal so hohe ETS-Belastung – und Gefährdung – besteht wie bei Personen im Durchschnittsbereich. Das Ergebnis steht im Einklang mit Dosis/Risiko-Beobachtungen (Johnson und Repace, im Druck). Allgemein gilt: das Risiko einer durch ETS verursachten Erkrankung ist kritisch abhängig vom durchschnittlichen Verhältnis Raucherichte zu Luftaustauschrate in den belasteten Räumen, in denen sich eine Person im Laufe ihres Lebens aufhält; beispielsweise sind Raucherichten am Arbeitsplatz oft weit höher als im Wohnumfeld, während der Luftaustausch gleich ist (Repace und Lowrey, 1985; 1993; Repace et al., 1998).

Gefährliche chemische Bestandteile des Tabakrauchs

Welche Substanzen im Tabakrauch sind für diese Krankheiten verantwortlich? Es handelt sich bei ETS um ein komplexes Gemisch aus 5.000 chemischen Stoffen (NRC, 1986), die zu einem großen Teil noch zu bestimmen sind. In Anhang A sind 103 im Tabakrauch enthaltene, als gefährlich erkannte Substanzen aufgeführt. Zwar gibt es OSHA-Richtwerte für zahlreiche dieser Substanzen, doch sind die Effekte einer gleichzeitigen Einwirkung aller Substanzen – mit den multiplen Möglichkeiten additiver, synergetischer oder aufhebender Wirkung – nicht bekannt. ETS enthält 60 bekannte oder mutmaßliche Karzinogene (Repace und Lowrey, 1985).

ETS-Nachweis

Nikotin und sein Hauptstoffwechselprodukt Kotinin sind die besten Indikatoren für qualitative und quantitative ETS-Belastung von Nichtrauchern. Wie nachgewiesen, steht der Nikotingehalt der Luft in engem Zusammenhang mit der Anzahl Zigaretten, die in Gegenwart von Nichtrauchern geraucht worden sind, und dem Kotiningehalt im Urin der betroffenen Nichtraucher. Beim Passivrauchen inhalieren Nichtraucher Nikotin proportional zu dem Produkt von Konzentration, Belastungsdauer und Atemvolumen. Eingeatmetes Nikotin gelangt durch die Lunge in den Blutkreislauf und wird schnell, mit einer Halbwertszeit von etwa zwei Stunden, von der Leber zu

Kotinin und Nikotinstickoxid vollständig verstoffwechselt. Die Nikotinaufnahme ist auch Indiz für eine Belastung durch andere ETS-Bestandteile. Bei Nichtrauchern hat Kotinin eine Halbwertszeit im Plasma in der Größenordnung von 17 Stunden und ist daher Indikator für die gesamte ETS-Belastung der vergangenen 1 – 2 Tage. Das in den Körperflüssigkeiten enthaltene Kotinin liefert ein zuverlässiges Maß für die Menge der vorausgegangen gesamten Nikotinbelastung aus ETS (Repace et al., 1993; 1998; Benowitz, 1999; Samet, et al., 1999). Kotinin tritt in allen Körperflüssigkeiten auf und wird im Durchschnitt vom Plasma (d.h. Serum) in festen Mengenverhältnissen in den Speichel und den Urin abgegeben. Zwar kommt Nikotin in Spuren auch in einigen Gemüsen vor, doch sind Nahrungsquellen als Lieferant des in Körperflüssigkeiten enthaltenen Kotinins gegenüber dem Passivrauchen vernachlässigbar. Aus dem Nikotinanteil der Luft lässt sich die ETS-RSP-Menge bestimmen (Leaserer und Hammond, 1991; Repace und Lowrey, 1993; Daisey, 1999). ETS ist die Hauptquelle, aus der die Bevölkerung durch feine Partikel in Innenräumen belastet wird (Repace und Lowrey, 1980; Wallace, 1996).

Mit Hilfe der Gleichungen in Tabelle 1 lassen sich die atmosphärischen oder Bioindikatoren für ETS ziemlich genau einzeln errechnen (Repace & Lowrey, 1993; Repace et al., 1998). Zum Beispiel betrug das Ermittlungsergebnis für die tägliche mittlere ETS-RSP-Belastung im Bevölkerungsdurchschnitt Mitte der 80er Jahre (ca. 33% Raucher in den USA) nach Repace und Lowrey (1985) $Q = 1,43 \text{ mg ETS-RSP}$, was bei einer Atemmenge von $24 \text{ m}^3/\text{Tag}$ einer durchschnittlichen täglichen ETS-RSP-Konzentration von $R_{\text{ave}} = 60 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ entspricht. Mit Hilfe der Gleichungen in Tabelle 1 unten lassen sich die entsprechenden mittleren Nikotin- und Kotininwerte berechnen: $N_{\text{ave}} = R/10 = 6 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der entsprechende ermittelte Kotiningehalt im Speichel beträgt dann im Tagesdurchschnitt der Bevölkerung $S_{\text{ave}} = (0,0071)(24)(6) = 1 \text{ ng/ml}$. Der ermittelte Tageswert des Serumkotinins im Bevölkerungsdurchschnitt beträgt dann $P_{\text{ave}} = (1 \text{ ng/ml}/1,16) = 0,88 \text{ ng/ml}$ und der ermittelte Kotininwert im Urin im Tagesdurchschnitt der Bevölkerung ergibt sich durch die Gleichung $U_{\text{ave}} = (6,5)(0,88 \text{ ng/ml}) \cdot 6 \text{ ng/ml}$. Repace und Lowrey (1980, 1985) gehen davon aus, dass die Werte für meistbelastete Nichtraucher das Zehnfache des Durchschnitts betragen, was für höchstbelastete Personen ergibt: $R_{\text{max}} = 600 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$; $N_{\text{ave}} = 60 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$; $S_{\text{max}} = 10 \text{ ng/ml}$; $P_{\text{max}} = 9 \text{ ng/ml}$, und $U_{\text{max}} = 60 \text{ ng/ml}$.

Die einzige Wahrscheinlichkeitsstichprobe in den USA für einen ETS-Indikator ist die für Serumkotinin, die in der Studie NHANES III (Pirkle et al., 1996) an Hand von Erhebungen aus der Zeit zwischen 1988 und 1991 (Raucher ca. 29% bundesweit) vorgenommen wurde. Nach NHANES III ergaben sich für Erwachsene ab 17 Jahren, die eine Belastung nur am Arbeitsplatz von mehr als 3 Std/Tag angaben, geometrische mittlere Serumkotininwerte von $0,6 \text{ ng/ml}$, bei Belastung nur im Wohnbereich lagen sie bei $0,7 \text{ ng/ml}$; Belastung im Wohnbereich und am Arbeitsplatz ergab $0,9 \text{ ng/ml}$. Eine zweigipflige Verteilung war zu beobachten mit einer Trennung zwischen 10 bis 15 ng/ml , dem Bereich zwischen starkem Passivrauchen und leichtem Aktivrauchen. Trotz der durch den Vergleich zwischen geometrischem Mittel und arithmetischem Mittel sowie den 12% geringeren Raucheranteil (siehe CalEPA, 1997, Abs. 2.6) bestehenden Ungewissheit sind die Ergebnisse nach dem Modell (Tabelle 1) nicht weit entfernt von den Beobachtungen bei NHANES III. Der Vergleich der Modellrechnungen in Tabelle 1 mit den in der Literatur berichteten Werten zeigt gem. Tabelle 2 (nachstehend) im großen Ganzen Übereinstimmung.

Tabelle 1: Gleichungen zur ETS-Ermittlung

[Repace & Lowrey, RISK ANALYSIS, 13: 463-475 (1993)].

ETS Marker, Units	Equation
RSP (PM_{3.5}), $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$R = 10 N$
Nicotine, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$N = 22 D_{\text{hs}}/C_v$
Salivary Cotinine, ng/ml	$S = 0.0071 HN$
Serum Cotinine, ng/ml	(H hr daily exposure) $P = S/1.16$
Urinary Cotinine, ng/ml	$U = 6.5 P$

Tabelle 2: Vergleich Berechnungen / Messberichte für ETS-Indikatoren

[Repace, Jinot, Bayard, et al, RISK ANALYSIS, 18: 71-83 (1998)].

Marker	Modeled Results (average-to-peak) (see text) Repace et al. model	Observations Various measurements	Reference
ETS-RSP	60 - 600 µg/m ³	5 - 500 µg/m ³ (range)	CalEPA (1997): Section 2.3.3
Nicotine	6 - 60 µg/m ³	0.3 - 65 µg/m ³ (range)	Section 2-3-3; Hammond (1999)
Saliva Cotinine	1 - 10 ng/ml	5.6 - 14.2 ng/ml (average-to-peak)	Section 2.4.2
Serum Cotinine	0.9 - 9 ng/ml	2.0 - 13.7 ng/ml (average-to-peak)	table 2.4 and table 2.5
Urine Cotinine	6 - 60 ng/ml	7.7 - 49.7 ng/ml (average-to-peak)	

Auswertung: Die allgemeine Verdünnungsventilation [die ich "praktisch verfügbare Kontrolltechnik", englisch RACT, nennen will aufgrund der Feststellung der Workshop-Teilnehmer, dass es in 99% der derzeitigen HVAC-Anlagen eingesetzt ist], wurde von den Teilnehmern für die ETS-Reduzierung als unzureichend erkannt. RACT, wie es zur Reduzierung der Luftverschmutzung im Freien an den Immissionsquellen verwendet wird, steht für die niedrigste Grenze, die eine einzelne Quelle bei Einsatz einer Kontrolltechnik, welche bei Berücksichtigung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit verfügbar ist (EPA, 1983), erreichen kann. Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik), in manchen Anlagen evtl. kombiniert mit belüfteten Aschebehältern (in allen jedoch unpraktisch), die ich "bestmögliche Kontrolltechnik" oder engl. BACT nennen will, ist nach Ansicht der Gruppe das beste potentielle Reduzierungskonzept. BACT, wiederum wie zur Reduzierung der Luftverschmutzung im Freien an der Immissionsquelle eingesetzt, steht für maximal erreichbare Reduzierung der Luftverschmutzung einer Quelle bei Berücksichtigung von Energieeinsatz, Umwelt- und wirtschaftlichen Einflüssen, durch den Einsatz bekannter Systeme, Methoden und Techniken (EPA, 1983). Bei der Schadstoffkontrolle im Freien reduziert BACT die Emissionen der Schadstoffquelle unter die Grenzwerte, die in Artikel 112 des Gesetzes zur Reinhaltung der Luft, das gefährliche Luftverschmutzungen kontrolliert, festgesetzt sind.

Die Schlussfolgerungen der Teilnehmer über ETS-Kontrollsysteme kamen aufgrund von Expertenmeinung zustande, die nach ihrer Feststellung durch zwei gravierende Umstände erschwert wurde. Die erste Schwierigkeit bestand darin, dass Daten zu bestehenden Belastungshöhen fehlen, die zweite ist das Fehlen anerkannter Belastungsgrenzwerte. Selbst wenn also die Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) im Gastgewerbe allgemein angewandt würde und in der Praxis Belastungsminderungen von 90% generell erreichbar wären, besteht keine Garantie, dass die Restbelastung ein akzeptables Risiko für die dort Beschäftigten bedeutet. Eine weitere Schwierigkeit ergab sich in der Diskussion, dass nämlich nicht alle Bauvorschriften den Betrieb der HVAC-Systeme zur Auflage machen. Diese Vorschriften müssten geändert werden. Außerdem gebe es wohl in manchen Lokalen nur natürliche Lüftung. Schließlich ist, auch nach Akzeptanz anerkannter Standards zur Beschränkung der ETS-Belastung, für die Durchsetzung und Einhaltung dieser Standards ein Kontrollapparat erforderlich.

Regulierung und Kontrolle von Außenluftverschmutzungen war lange Zeit an atmosphärischen Mustern der Luftdispersion ausgerichtet (Turner, 1970). Es ist jedoch noch nicht allgemein erkannt worden, dass Luftverschmutzungen in Innenräumen, insbesondere ETS, wesentlich genauer mit Hilfe von Modellen berechenbar sind als Außenluftverschmutzungen aus stationären Schadstoffquellen (Wadden und Scheff, 1983; NRC, 1986; Repace, 1987; Ott, 1999). ETS-Konzentrationen, die an Hand von Modellen errechnet wurden, stimmen weitgehend überein mit den unter praktischen Verhältnissen gemessenen Werten, und zwar sowohl bei Ad hoc-Werten als auch bei Mittelwerten über längere Zeiträume. Die Modelle eignen sich besonders zur Entscheidungsfindung, welche Belüftung erforderlich ist zur Erreichung vorgeschlagener Qualitätsnormen für die Raumluft, z.B. des National Ambient Air Quality Standard für feine Partikel (derzeit 15 µg/m³ Jahresmittel PM_{2.5}) bei gegebener Dichte aktiver Raucher (Ott, 1999). Insbesondere verwendeten die Workshopteilnehmer keine vorhandenen Modelle zur Ermittlung aktueller Belastungen. Außerdem hat die Environmental Protection Agency ETS zum Karzinogen für den Menschen erklärt, eine Entscheidung, die vom National Cancer Institute (NCI, 1993) und National Toxicology Program (1999) bestätigt wird. Ob die Restbelastung der Beschäftigten durch ETS nach Einsatz von BACT ein akzeptables Risiko ergibt, wurde von den Workshopteilnehmer nicht diskutiert.

Kommentar: Im Folgenden werde ich veröffentlichte Rechenmodelle für ETS-Belastungen und -Risiken am Arbeitsplatz im Gastgewerbe verwenden, um die derzeitige Gefährdung von Beschäftigten und Gästen bei Einsatz der Verdünnungsventilation zu untersuchen, und die Risiken bei Einsatz von RACT und BACT ermitteln. Ich stelle fest, dass die von den Workshopteilnehmern gezogenen Schlüsse, RACT sei zur ETS-Reduzierung nicht geeignet, mit BACT jedoch eine 90%-ige Reduzierung der Belastung wahrscheinlich, nicht durch Daten oder Modelle belegt sind. Nachstehend werde ich daher mit Hilfe von Modellen die derzeitige Belastung errechnen, die Modell-Ergebnisse mit den Werten eines anerkannten Indikators für Luft-ETS vergleichen, durch ein Dosis/Reaktion-Verhältnis die Gefährdung der Beschäftigten bei RACT und BACT ermitteln und das errechnete Risiko mit den festgelegten Kriterien für staatliche Kontrolle vergleichen.

Modellberechnung von ETS-Belastungen und –Risiken in Restaurants, Barbetrieben, Spielsalons etc.

Einführung: Von Repace et al. (1998), Repace und Lowrey (1993), Repace (1987), Repace und Lowrey (1985) und Repace (1984) wurden Modelle für ETS-Belastung, -Dosis und –Risiko entwickelt, die mit Beobachtungen weitgehend übereinstimmen. Es sei betont, dass diese ETS-Modelle in der Wissenschaft breite Akzeptanz gewonnen haben:

Der National Research Council (1986) stellte fest, dass die am meisten angewandte Masse-Balance-Gleichung ("mass balance"...) zur Ermittlung von ETS in besetzten Räumen die von Repace und Lowrey (1980) ist. Dazu bemerkte er, dass das Modell "Berechnung atembarer, luftgetragener ETS-Partikel (RSP) in einem weiten Bereich der Werte für die eingegebenen Parameter im Wesentlichen übereinstimmt." Ebenfalls positiv beurteilt wurde das Modell im Bericht des Surgeon General "Passivrauchen" von 1986. Ott et al. (1992) entwickelten und verifizierten eine allgemeine Gleichung für die mittlere ETS-Konzentration in Innenräumen und bemerkten, diese "entspreche strukturell dem Modell von Repace (1987)." Das Monte-Carlo-Modell von Repace et al. (1998) zur Berechnung von ETS-Belastungen wurde von Spengler (1999) positiv beurteilt.

Weiss (1986) kommentierte "den Zusammenhang zwischen Passivrauchen und Lungenkrebs und die biologischen und mathematischen Prämissen, die der Risikoermittlung von Repace und Lowrey (1985) zugrunde liegen." Er stellt u.a. fest: "Trotz vereinfachender Prämissen der Risikoermittlungen und Ungenauigkeiten in den epidemiologischen Daten, auf die diese gestützt sind, bleiben die von Repace und Lowrey ermittelten Zahlen derzeit die besten Berechnungen der Sterberate für Lungenkrebs durch Passivrauchen." Kawachi et al. (1989) ermittelten das "relative Risiko der Lungenkrebsmortalität durch Passivrauchen am Arbeitsplatz ... mit Hilfe eines von Repace und Lowrey [1985; 1987] entwickelten Verhältnisses Belastung/Reaktion. Wigle et al. (1987) benutzten die Methoden von Repace & Lowrey (1985) zur Ermittlung des Lungenkrebsrisikos in der kanadischen Bevölkerung. Nagda et al. (1989) ermittelten das Lungenkrebsrisiko durch Passivrauchen für Flugbegleiter und Fluggäste in US-Maschinen unter Zuhilfenahme des Risikoermittlungsmodells von Repace und Lowrey (1985). Das US EPA (NCI, 1993) bezeichnete die Methoden von Repace und Lowrey (1985) zum Zwecke der Ermittlung des Lungenkrebsrisikos als "neuartiges Vorgehen, das zur Vielfalt der Erkenntnisse [über das Lungenkrebsrisiko] beiträgt und eine neue Sicht des Problems eröffnet." Tancrede et al. (1987) errechneten mit Hilfe des Risikomodells von Repace (1984) ein mittleres Lebenszeitrisko für Lungenkrebs durch Passivrauchen bei Nichtrauchern in den USA von ca. 5 Promille, bei einem 98. Perzentil von 3,8%. Samet und Wang (2000) schließlich bemerkten, durch Berechnungen zur Ermittlung des Lungenkrebsrisikos bei Arbeitnehmern, die mit Hilfe der Belastungs-, Dosis- und Risikomodelle von Repace et al. (1998) möglich geworden sind, sei erwiesen, dass Passivrauchen unter dem Aspekt der Volksgesundheit als bedeutende Ursache von Lungenkrebsmortalität betrachtet werden muss, da die Belastung unfreiwillig ist und keiner Kontrolle unterliegt.

Entwicklung von Belastungsmodellen

Ott (1999) bemerkte in dem von OSHA gesponserten Workshop über die Ermittlung der Belastung durch Tabakrauch, dass im Laufe der letzten 40 Jahre bedeutende Fortschritte in der Entwicklung, Anwendung und Genauigkeitsprüfung mathematischer Modelle für die Berechnung von Schadstoffkonzentrationen durch Rauchen in Innenräumen erzielt worden sind. Weiter führte Ott (1999) aus, obgleich von den Kontrollinstanzen weitgehend verkannt, gäben diese Modelle Kontrollfachleuten und Risikoprüfern praktische Instrumente für die Einschätzung quantitativer ETS-Belastungen an die Hand. In demselben Workshop stellte Spengler (1999) fest, dass die höchsten ETS-Belastungen generell in Barbetrieben, Restaurants und Nachtclubs vorlägen, und mit Hilfe der von Repace et al. (1998) entwickelten Techniken seien relativ genaue Einschätzungen der ETS-Belastungen in Büros, Restaurants und Bars möglich. Repace et al. (1998) haben gezeigt, dass die ETS-Belastung proportional ist zu der Raucherdichte D_{hs} , (in Einheiten von Gewohnheitsrauchern {habitual smokers} pro 100 m³), und reziprokproportional zur Luftaustauschrate ϕ_v (in Einheiten von Luftumsätzen pro Stunde: h⁻¹)

sind, wobei angenommen wird, dass der Gewohnheitsraucher 2 Zigaretten pro Stunde (Bundesdurchschnitt) raucht, die Raucherichte $D_{hs} = 100 n_{hs}/V$ und n_{hs} die Anzahl Gewohnheitsraucher und V das Raumvolumen in Kubikmetern betragen. Die ASHRAE-Norm 62-1989 "Belüftung zur Erreichung akzeptabler Luftqualität in Innenräumen" (inzwischen ersetzt durch ASHRAE-Norm 62-1999) fordert Regelleistungen für die Belüftung entsprechend der Regelbelegung von Räumen, das heißt, 10 l/s pro Regel-Anwesender und die Anzahl der Anwesenden pro 100 m² ergibt ein Volumenmaß bei Annahme einer Deckenhöhe. Für ein gegebenes Rauchaufkommen bestimmt daher die Regelbelegung sowohl die Raucherichte als auch die Luftaustauschrate.

Repacé (1987) erstellte eine Gleichung zur Berechnung von ETS-RSP-Werten in Einheiten von µg/m³ für einen Arbeitsplatz als Funktion der Gewohnheitsraucherichte D_{hs} (Einheiten HS/100m³) im Gebäude und Luftaustauschrate ϕ_v (Einheiten h⁻¹) in dem Gebäude:

$$RSP_{ETS} = 220 \frac{D_{hs}}{\phi_v} \quad (\text{Gl. 1}),$$

wobei ϕ_v die Luftaustauschrate bei Verdünnungsventilation ist. Die Gleichung geht von einer 20%igen Beseitigung von ETS-RSP-Ablagerungen auf Flächen aus und setzt eine Emission von 14 mg ETS-RSP pro Zigarette sowie eine Rauchfrequenz von 2 Zigaretten pro Raucher pro Stunde voraus. Im Falle zusätzlicher Luftreinigung würde ϕ_v durch die Luftaustauschrate aufgrund der Luftreinigung erhöht. ETS-Nikotinwerte lassen sich ermitteln, indem Gleichung 1 durch zehn dividiert wird (Repacé et al., 1993, 1998).

ASHRAE-Norm 62-1999 (die Werte sind die gleichen wie bei der ersetzten Norm 62-1989) gibt folgende Raumbelegungen in Personen pro 100 m² Fläche (Tabelle 3) für die gegebenen Lokale des Gastgewerbes vor: Bei Annahme eines Rauchaufkommens von 25% lässt sich die erwartbare Anzahl Raucher und die Raucherichte (in Einheiten von Gewohnheitsrauchern pro 100 m³) errechnen, indem die angenommene Raumhöhe von 4 m multipliziert wird mit der Flächeneinheit für die Anzahl der Anwesenden. Das Produkt von Rauchaufkommen und Belegung (Anzahl Personen pro 100 m²) ergibt die zu ermittelnde Anzahl Raucher. Die entsprechende Luftaustauschrate zur Schadstoffbeseitigung, in Einheiten von Luftdurchsätzen pro Stunde (ACH), kann wie folgt berechnet werden.

Tabelle 3: Raucherichte und Luftaustauschrate (Verdünnungsventilation) bei voller Belegung für verschiedene Lokale des Gastgewerbes bei 4 m Raumhöhe nach ASHRAE-Norm 62-1999 pro 100 m² Grundfläche und einem Rauchaufkommen von 25% (Rauchaufkommen in den USA 1993 = 24%).

Hospitality Venue	Design Occupancy, Persons per 100 m ²	Design Ventilation Rate (Lps/occ)	ϕ_v , air changes/hr	n_{hs} , # of habitual smokers (HS) per 100 m ²	D_{hs} , habitual smoker density, HS per 100 m ³
Smoking Lounge	70	30	19	70	17.5
Bar, Cocktail Lounge	100	15	13.5	25	6.25
Dining Room	70	10	6.3	18	4.5
Gambling Casino	120	15	16.2	30	7.5
Bowling Alley	70	13	8	18	4.5

Die Luftaustauschrate $ACH = (\text{Belegung, Personen}) (\text{Belüftungsrate l/sec/P}) (1 \text{ m}^3/1000 \text{ l}) (3600 \text{ s/h}) / (\text{Raumvolumen, m}^3)$. Für einen Speiseraum z.B. beträgt eine Belegung $Occ = 70$ Personen pro 100 m² Fläche bzw. pro 400 m³ Raumvolumen bei einer Raumhöhe von 4 m. Bei einem Rauchaufkommen von 25% ist die Anzahl Gewohnheitsraucher $n_{hs} = (0,25)(70) = 18$, die Gewohnheitsraucherichte $D_{hs} = (0,25)(70)/(400) = 4,5$ Raucher pro 100 m³. Die Luftaustauschrate beträgt $\phi_v = (70 \text{ occ} \times 10 \text{ l/s/occ} \times 1 \text{ m}^3/1000 \text{ l}) (3600 \text{ s/h}) / (400 \text{ m}^3) = 6,25 \text{ h}^{-1}$. [Da die Belüftungsleistung im Betrieb nicht überwacht wird, besteht hier für die Gebäudeeigner ein wirtschaftlicher Anreiz zu geringerer Leistung.]

Tabelle 4: Berechnung von RSP- und Nikotinkonzentrationen nach Gl. 1 und 2 für Zigarettenrauch

Hospitality Venue	D_{hs} , habitual smoker density, HS per 100 m ²	ϕ_v , air changes/hr (design, not enforced)	Estimated RSP level ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estimated Nicotine level ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Comment
Smoking Lounge	17.5	19	203	20	Levels will triple if all smoke at once
Bar, Cocktail Lounge	6.25	13.5	102	10	More intensive smoking likely
Dining Room	4.5	6.3	157	16	
Gambling Casino	7.5	16.2	102	10	More intensive smoking likely
Bowling Alley	4.5	8	124	12	

Die Ermittlungen der RSP- und Nikotinkonzentrationen gem. Tabelle 4 für Verdünnungsventilation bei Einsatz von RACT sind großzügig angesetzt insofern, als sie volle Raumbelastung voraussetzen; zurückhaltend jedoch in anderen Werten: a) Da Nichtraucher bekanntlich verrauchte Restaurants und Bars meiden (Biener et al., 1999), ist die Anzahl Raucher wahrscheinlich höher als ihr Anteil der Bevölkerung. b) Die Luftaustauschraten liegen wahrscheinlich unter den Auslegungswerten, da der Luftumsatz nach Vorschrift Geld kostet und die Leistungen im Betrieb nicht kontrolliert werden. c) In Barbetrieben, Nachtclubs und Spielhallen wird wahrscheinlich intensiver geraucht als im bundesweiten Durchschnitt von 2 Zigaretten pro Stunde (Kettenraucher rauchen bis zu 6 Zigaretten pro Stunde). d) Zigarren erzeugen mehr Schadstoffe als Zigaretten (Repace et al., 1998). e) Wenn das Rauchen auf ausgewiesene Bereiche beschränkt wird, arbeiten die Beschäftigten im Gastgewerbe dort in einem Umfeld, in dem fast jeder raucht und so die Anzahl Raucher um den Faktor 4 erhöht ist. Für Restaurants, in denen an der Belüftung gespart wird, kann das bedeuten, dass die Luftaustauschraten näher an 1 als an 6 pro Stunde liegen. Dennoch lassen sich die in Tabelle 4 angegebenen Werte vergleichen mit denen, die vom EPA in der Praxis beobachtet wurden (1992): Für Restaurants liegen die durchschnittlichen RSP-Werte (Kap. 3, Abb. 3 – 8) zwischen 40 und 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, und die Nikotinwerte in Restaurants (nicht unbedingt in denselben) zwischen 6 und 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, analog den Berechnungen in Tabelle 4 und den in diesem Absatz gemachten Vorbehalten.

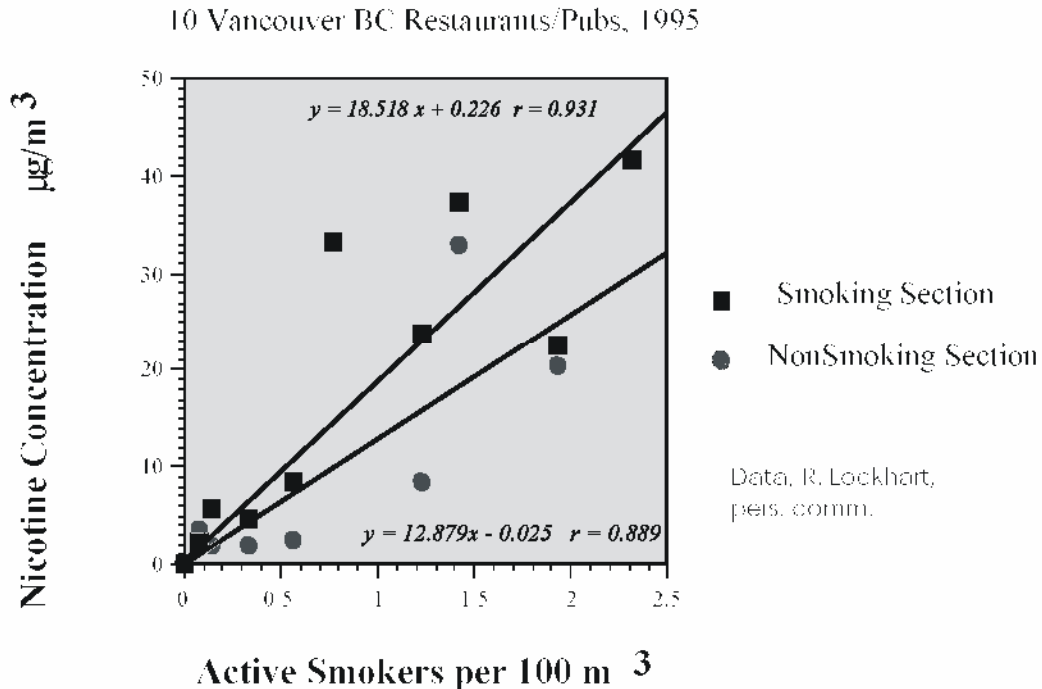
In Tabelle 4 liegen für Gewohnheitsraucherdichten D_{hs} von 4,5 – 6,25 Gewohnheitsrauchern pro hundert Kubikmeter die berechneten Nikotinwerte im Bereich von 10 – 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vergleichsweise drückt Lockhart (1995) die Nikotinkonzentration in Gastwirtschaften aus als Funktion der Aktivraucherdichte (die Aktivraucherdichte D_{as} ist gleich der durchschnittlichen Anzahl brennender Zigaretten pro hundert Kubikmeter ($D_{as} = 1/3 D_{hs}$) gem. Messungen in Kanada im Jahre 1995. Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt Werte, die 1995 in zehn Restaurants und Pubs mit getrennten Raucher- und Nichtraucherzonen in Vancouver, British Columbia (BC), gemessen wurden (Lockhart, 1995). Das Rauchaufkommen in BC beträgt 23% (Gallup, 1996). Wie gezeigt, betragen die Nikotinwerte bis zu 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in den Raucherbereichen und bis zu 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in denen für Nichtraucher, das heißt, die Unterschiede zwischen Raucher- und Nichtraucherzonen waren nur gering – dank Verdünnungsventilation "mit guter Verwirbelung". Dies entspricht ermittelten RSP-Werten über Basiswerten von 300 – 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, vergleichbar mit den Messungen von Repace und Lowrey (1980). Die in Tabelle 4 errechneten Werte entsprechen somit Aktivraucherdichten von 1,5 – 2,0 Aktivrauchern pro hundert Kubikmeter und gemessenen Nikotinkonzentrationen (interpoliert zwischen den Kurven für Raucher- und Nichtraucherzonen) zwischen 15 – 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, die höher liegen als die Berechnungen.

Es ist anzunehmen, dass diese Restaurants und Pubs nach ASHRAE-Norm 62 hätten belüftet werden müssen, die (gemäß beiden Fassungen, 1989 und 1999) 15 l/sec pro anwesende Person für Pubs und 10 l/sec pro Person für Speiseräume in Restaurants vorschreibt. Wie oben dargestellt, entspricht dieses Sollraten für den Luftaustausch in der Größenordnung von 15 h⁻¹, was Nikotinkonzentrationen in der Größenordnung von 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hätte ergeben müssen (eine Aktivraucherdichte von 2 brennenden Zigaretten pro 100 m³ entspricht einer Gewohnheitsraucherdichte von 6 Rauchern pro 100 m³). Dass bis zu 50% höhere Werte als errechnet beobachtet wurden, lässt darauf schließen, dass entweder die tatsächlichen Belüftungsleistungen unter den von der ASHRAE-Norm vorgeschriebenen lagen oder dass stärker geraucht wurde, bzw. eine Kombination von beidem. In jedem Fall zeigt dies, dass es sich bei den Werten in Tabelle 4 um eher zurückhaltende Angaben handelt.

So zuversichtlich sich die Workshopteilnehmer hinsichtlich der Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) zeigten, möchte ich doch betonen, dass die Effektivität hinsichtlich ETS nicht durch Daten belegt wurde. Die

übliche Ausformung dieser Technik ist das (einmalige) Durchströmen mit 100% Frischluft, die in eine ausgewiesene Nichtraucherzone eingespeist und dann durch einen offenen Durchgang in einen unter leichtem Unterdruck gehaltenen Raucherbereich geleitet wird.

ETS - Gegenüberstellung Raucher- Nichtraucherbereiche



Ordinate: Nikotinkonzentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Abszisse: Aktive Raucher pro 100 m^3

Abb. 1: Nikotinwerte, gemessen in 10 Pubs in Vancouver, BC, im Auftrag der Heart and Stroke Foundation von BC und Yukon (Lockhart, 1995). Die Dichte D_s der Aktivraucher (durchschnittliche momentane Dichte brennender Zigaretten) beträgt $1/3$ der im Modell für Gewohnheitsraucher von Repace (1987) verwendeten Gewohnheitsraucher-dichte D_{hs} .

Ab welchen Risikowerten besteht Regulierungsbedarf?

Beschäftigten durch ETS unfreiwillig auferlegte Risiken können verglichen werden mit Grenzwerten für Belastungen durch Umweltkarzinogene wie z.B. chemische Emissionen der Industrie und Radionuklide in Luft und Wasser, karzinogene Schimmelpilze und Pestizidrückstände in Lebensmitteln, die in der Gesellschaft festgelegt worden sind. Verschiedene Bundesnormenstellen der USA geben Vorschriften und Normen zum Schutz der Bevölkerung gegen Gefährdung durch Umweltkarzinogene bekannt. Es ist interessant festzustellen, ab welchen Werten der Krebsgefahr für die Bevölkerung Regulierungsmaßnahmen eingeleitet werden, welche Werte als nicht regulierungsbedürftig angesehen werden und wie konsequent die verschiedenen Bundesämter danach handeln. Travis et al. (1990) untersuchten, inwieweit Krebsrisikoprüfungen in bestehenden US-Bundesnormen und bei der Zurückziehung von Regulierungsinitiativen eine Rolle spielten, um für 132 aktenkundige Bundesentscheidungen über die Regulierung von Lebenszeit-Mortalitätsrisiken das Verhältnis zwischen Risikohöhe und Kontrollmaßnahmen zu ermitteln.

Travis et al. beschreiben zwei technische Begriffe der Risikobewertung: Risiko *de manifestis* und Risiko *de minimis*. Ein *De manifestis*-Risiko bedeutet wörtlich "ein Risiko von offensichtlicher oder unzweifelhafter Bedeutung", das aus der rechtlichen Definition des "offensichtlichen Risikos" hergeleitet ist, d.h. ein Risiko, das von einer Person normaler Intelligenz unmittelbar erkennbar ist. *De manifestis*-Risiken sind so hoch, dass US-Bundeskontrollorgane fast immer tätig wurden, um sie zu reduzieren, während bei *De-minis*-Risiken wegen deren geringer Höhe die Behörden fast nie eingriffen. Aus verschiedenen Gründen wurden Risiken, die zwischen diesen beiden Extremen lagen, in manchen Fällen reguliert, in anderen nicht; jedoch sind **Restrisiken nach Kontrollmaßnahmen im allgemeinen *de minimis***. Wenn ein Risiko einen großen Teil der Bevölkerung

betrif – wie bei ETS – so entsprachen nach Feststellung von Travis et al. *De manifestis*-Risiken einem Lebensdauer-Mortalitätsrisiko von 3 pro zehntausend (3×10^{-4}), und *De minimis*-Risiken 1 pro 1 Million (1×10^{-6}). Die US Occupational Safety and Health Administration definiert ein Berufsleben (45 Jahre) lang bestehende Risiken in Höhe von 1 Todesfall pro 1000 exponierter Beschäftigter als "bedeutende Risiken starker Gesundheitschädigung" entsprechend (US DOL, 1994).

Risikoberechnung - Verdünnungsventilation (RACT-Anlage)

ETS-Risiken werden auf Basis der ETS-RSP-Werte aus Tabelle 4 ermittelt unter Verwendung der Belastung/Reaktion-Modelle von Repace und Lowrey (1985b), Repace und Lowrey (1993) und Repace et al. (1998). Eine auf Zeit bezogene Durchschnittsbelastung von 8 Stunden an 260 Tagen/Jahr im Laufe eines Berufslebens von 40 Jahren durch ETS-RSP in Höhe von $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entspricht nach diesen Modellen einem lebenslangen Risiko von 1 pro 1000 Tod durch Lungenkrebs und 1 pro 100 Herztod. Diese Modelle zur Belastungs- und Risikoermittlung sind anwendbar zur Ermittlung des Risikos Lungenkrebs- und Herzerkrankung mit Todesfolge bei Beschäftigten im Gastgewerbe durch ETS-Belastungen am Arbeitsplatz. Diese Modellrechnung ist in Tabelle 5 für fünf Gaststättenbetriebe zusammengefasst. Bei Verdünnungsventilation und Raumbelugungsdichten gemäß ASHRAE-Norm 62-1999 sowie einem Rauchaufkommen gem. US-Durchschnitt ergeben sich errechnete Mortalitätsrisiken aufgrund von Lungenkrebs und Herzerkrankungen zusammen bei Beschäftigten im Gastgewerbe von 15 bis 30 pro 1000, die höher sind als sämtliche geltenden Grenzwerte für den Regulierungsbedarf im Umwelt- und Arbeitsbereich. Ein Risiko von 20 pro 1000 entspricht dem 20.000-Fachen des *De-minimis*-Risikowertes. Die in Tabelle 5 errechneten Risiken können im Verhältnis zu den in der Praxis bestehenden Verhältnissen leicht unterschätzt werden, und zwar aufgrund zweier Faktoren: Erstens werden betriebliche Belüftungsvorschriften nicht überwacht, und da es Geld kostet, kalte oder warme und feuchte Frischluft aufzubereiten, liegen die Betriebsleistungen meist unter der Vorgabe – man braucht nur eine Einstellscheibe zu drehen, und die Frischluftschieber sind zu. Zweitens befinden sich in rauchigen Restaurants, Bars und Spielhallen wahrscheinlich weit weniger Nichtraucher und weit mehr Raucher, als dies aus dem bundesweiten Zahlenverhältnis zu schließen wäre, da Nichtraucher bekanntermaßen solche Lokale meiden (Biener et al., 1999). Aufgrund von Biener et al. vorgelegter Daten (1995) lag die Anzahl der Nichtraucher in Massachusetts, die nach eigenen Angaben rauchige Restaurant und Bars meiden, um 80.000 höher als die Gesamtzahl der Raucher in Massachusetts.

Tabelle 5: Ermittelte ETS-RSP-Konzentration und das damit verbundene^c Gesamtrisiko der Lungenkrebs- und Herzerkrankung bei Beschäftigten in Gastbetrieben mit Verdünnungslüftung bei Zugrundelegung eines 25%igen Rauchaufkommens (etwa US-Durchschnitt) und Einhaltung der ASHRAE-Norm 62 1999

Smoking Area	Estimated ETS-RSP		Est. Excess Lung Cancer Mortality per 1000 workers	Est. Excess Heart Disease Mortality per 1000 workers	Est. Total Excess Mortality per 1000 workers
	LCD ^a	HDD ^b			
Smoking Lounge*	203		2.4	24	26
Bar, Cocktail Lounge	102		1.4	14	15
Dining Room	157		2.0	20	22
Gambling Casino	102		1.4	14	15
Bowling Alley	124		1.7	17	19
Risk Level	LCD ^a	HDD ^b			
<i>de minimis</i> risk	.075	.0075	0.001	0.001	0.001
<i>de manifestis</i> risk	22.5	2.3	0.3	0.3	0.3
OSH Significant risk	75	7.5	1	1	1

*: Beschäftigte im Lounge-Service – a: Tod durch Lungenkrebs – b: Herztod – c: vorausgesetzt ist eine Belastung der Beschäftigten 8 h/Tag, 260 Tage/a, 40 Jahre Lebensarbeitszeit (WLT)

(NB: Da OSHA eine Lebensarbeitszeit von 45 Jahren zugrunde legt, tritt das signifikante Risiko bei leicht geringerer Konzentration auf, als hier gezeigt ($40/45$)(75) oder $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Lungenkrebs und $6,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Herzerkrankungen.)

Nach Tabelle 5 und unter der Prämisse, dass Gäste etwa 10% der Belastung von Beschäftigten, d.h. 4 Stunden/Woche, ausgesetzt sind, übersteigt das Mortalitätsrisiko für Lungenkrebs und Herzerkrankungen zusam-

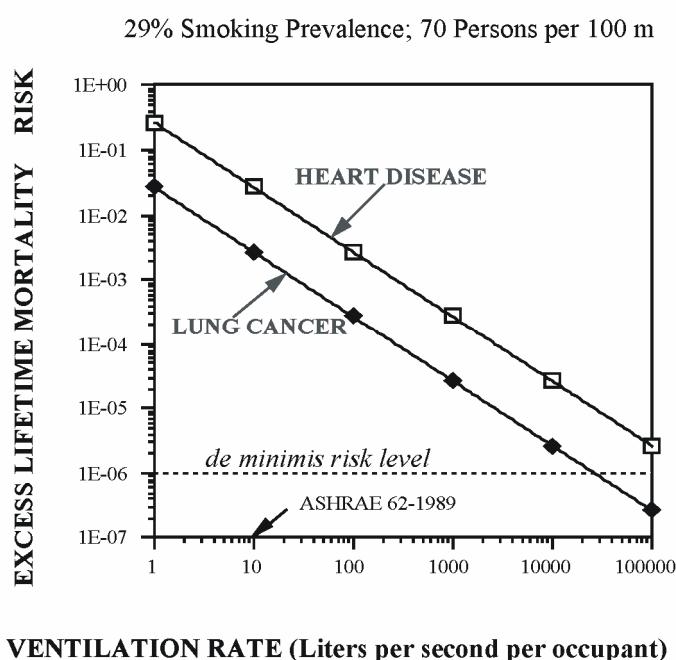
men bei den Gästen ebenfalls sämtliche Grenzwerte für die Risikoregulierung in der Umwelt und am Arbeitsplatz.

Derartige erhöhte RSP-Werte (gegenüber typisch ETS-freier Raumluft mit ca. $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dürften ebenfalls dazu führen, dass Beschäftigte oder Gäste, die an Asthma oder anderen Herz-Atmungsenerkrankungen leiden, von dem Zugang zu Arbeitsplatz und öffentlichen Einkehrstätten ausgeschlossen sind. Dockery und Pope (1994) stellten fest, dass die gesamte Tagessterblichkeit in Verbindung mit Luftverschmutzung durch Partikel um ca. 1% pro $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ täglich vermehrte Partikelsubstanz unter 10 Mikron im aerodynamischen Durchmesser (PM_{10}) zunimmt. Sie stellten ebenfalls fest, dass Luftverschmutzung durch Partikel in noch engerem Zusammenhang steht mit kardiovaskulärer Mortalität, und zwar mit einer Dosis-Reaktion, die eine Zunahme von 1,4% pro $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Zunahme an PM_{10} zeigt. Die US-Norm Luftqualität (NAAQS) für $\text{PM}_{2,5}$ schützt gegen Folgen für die Gesundheit, wie vorzeitigen Tod, vermehrte Krankenhausaufenthalte und Intensivbehandlungen (vornehmlich bei älteren Personen mit kardiopulmonalen Leiden), verstärkte Atembeschwerden und -leiden (bei Kindern und Erwachsenen mit kardiopulmonalen Erkrankungen wie Asthma), verminderte Lungenfunktion (besonders bei asthmatischen Kindern und Erwachsenen) und gegen Veränderungen in Lungengewebe und -struktur sowie in den Abwehrmechanismen der Atemwege. Bei dem Wert von $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Jahresstandard handelt es sich um einen Jahresdurchschnitt, mit dem reine Luft definiert ist. Der zusätzliche 24-h-Standard von $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ soll Gesundheitsschäden für die Bevölkerung infolge kurzzeitiger Spitzen verhindern (Fed.Reg., 1997).

Eisner et al. (1998) haben hierzu den Zusammenhang zwischen ETS-Belastung und Atemwegsbeschwerden an einer Gruppe von 53 Barkeepern *vor* und *nach* dem Erlass des *Rauchverbots* in Kalifornien in sämtlichen Bars und Tavernen im Jahre 1998 untersucht. 74% der Barkeeper berichteten bei der Anfangsbefragung über Atemwegsbeschwerden. Von diesen anfänglich betroffenen Personen hatten bei der späteren Untersuchung 59% keine Symptome mehr. 77% berichteten zuerst über sensorische Reizungen, 78% von diesen waren bei der Folgeuntersuchung frei von Symptomen. Nachdem die ETS-Belastung vollständig abgestellt war, zeigten objektive Messungen der Lungenfunktion eine deutliche Verbesserung von 5 – 7% nach einem einzigen Monat in rauchfreier Luft. Eisner et al. (1998) kamen zu dem Ergebnis, dass die Einführung der Rauchfreiheit in Bars und Tavernen mit dem Abnehmen der Atembeschwerden in Zusammenhang steht.

Wie oben bereits besprochen, stellte Spengler (1999) fest, dass die ETS-Belastungen in Restaurants nach den Verfahren von Repace et al. (1998) errechenbar sind (1998). Samet und Wang (2000) stellten fest, dass die Risikomodelle von Repace et al. (1998) geeignet sind, die Gefährdung von Beschäftigten zu ermitteln. Mit einer Kombination dieser Modelle wird in Abbildung 2 das ETS-Risiko als Funktion der Belüftungsleistung in einem Restaurant mit einem Rauchaufkommen von 29% - entspr. 2 Raucher pro ca. 100 m^2 - ermittelt. Das Ergebnis zeigt, dass bei Anwendung von RACT bzw. normaler Verdünnungsventilation die Reduzierung des ETS-Risikos für Beschäftigte im Restaurant auf *De-minis*-Werte Belüftungsleistungen $>100.000 \text{ l}/\text{sec}$ pro anwesende Person erfordern würden – Werte, die mehr als vier Zehnerpotenzen (das 10.000-Fache) des Machbaren betragen. Bei einem Rauchaufkommen von 25%, wie oben angesetzt, würde die ETS-Gefährdung im Vergleich zu den Risiken gem. Abb. 2 nur geringfügig reduziert. Wenn man annimmt, dass BACT, d.h. Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik), die ETS-Risiken auf 1/10 verringern kann, entsprechend einer 10-fachen Erhöhung der Belüftungsleistung, bleiben die Risiken dennoch um drei Zehnerpotenzen (das 1.000-Fache) inakzeptabel. Dies wird nachfolgend im einzelnen besprochen.

Abbildung 2: ETS-Risiko und Belüftung: Restaurantpersonal



Ordinate: Erhöhtes Lebenszeit-Mortalitätsrisiko
Abszisse: Belüftungsleistung (l/sec/Pers)

Abb. 2: Ermittelte Erhöhung des Risikos einer Erkrankung an Lungenkrebs und Herzkrankheiten für Beschäftigte im Gastgewerbe bei einem Rauchaufkommen von 29% und einer Restaurantbesetzung von 70 Personen je 100 m² als Funktion der Belüftungsleistung pro anwesende Person. Dargestellt ist die nach ASHRAE-Standard empfohlene Leistung von 10 l/s/Pers (Die Risiken wurden ermittelt anhand der Modelle von Repace und Lowrey, 1985, 1993, Repace et al., 1998). Die Risiken von Beschäftigten in Bars und Spielhallen können als höher angenommen werden aufgrund der höheren Dichte aktiver Raucher und der größeren Nähe von Barkeepern und Spielhallenpersonal (Croupiers etc.) zu den Rauchern. ASHRAE-Norm 62-1999 geht übrigens von den gleichen Belegungsziffern und gleichem Belüftungsbedarf aus.

Siegel (1993) stellte bei Auswertung veröffentlichter Daten fest, dass das Risiko, an Lungenkrebs zu erkranken, bei Kellnerinnen in Restaurants um 50 – 100% höher liegt als in der Bevölkerung allgemein. Nach Erhebungen des EPA (1992, S. 187) liegt das Lungenkrebsrisiko aus allen Ursachen bei weiblichen Nichtraucherinnen in der Gesamtbevölkerung der USA bei 15 pro 100.000, was einem Lebenszeitrisiko über 70 Jahre in Höhe von 10/1000 entspricht, wobei ein Drittel dieses Risikos aus Passivrauchen resultiert, für ein ermitteltes Lebenszeitrisiko durch Passivrauchen in Höhe von 3 pro 1000 über dem ohne ETS-Belastung, das 7 pro 1000 beträgt. Vergleichsweise liegt das ermittelte ETS-Zusatzrisiko für Lungenkrebs bei Beschäftigten in Restaurants gem. Abb. 2 durch Passivrauchen am Arbeitsplatz im Restaurant in Übereinstimmung mit der ASHRAE-Norm bei 3 pro 1000, was bei Hinzurechnung zu den Werten in der allgemeinen Bevölkerung eine 100%-ige Erhöhung ergäbe. Zwischen dem nach Abb. 2 ermittelten Lungenkrebsrisiko und den Ergebnissen von EPA und Siegel besteht daher weitgehende Übereinstimmung.

Risikoberechnung - Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) (BACT)

Wie bereits besprochen, stellten die Teilnehmer am OSHA-Belüftungsworkshop fest, dass die 'Verdrängungs'- (Luftaustausch-)belüftung in der Lage sei, ETS-Konzentrationen um 90% zu reduzieren, wobei allerdings Daten von Beschäftigten in Betrieben des Gastgewerbes, die diese Behauptung belegen könnten, nicht vorgelegt wurden. Zum Zwecke der vorliegenden Auswertung jedoch will ich unterstellen, dass dieses Ziel erreicht werden kann und dass das System wie geplant funktioniert und während eines Arbeitslebens ordnungsgemäß betrieben und gewartet wird. Bei Einsatz von Verdünnungsventilation lägen in Betrieben des Gastgewerbes gemäß Tabelle 4, mit optimal ausgelegten und ordnungsgemäß betriebenen HVAC-Anlagen, die Risiken des gesamten Ar-

beitslebens für die Beschäftigten zwischen 15 und 30 pro Tausend. Ich will einmal annehmen, die 90%-igen Reduzierungen gegenüber diesen Idealwerten (nicht gegenüber den in Abb. 1 dargestellten realistischen Werten) können bei Einsatz der Luftaustauschtechnik (oder BACT) erreicht werden. Damit ergäben sich rechnerisch für die Beschäftigten insgesamt Lebenszeitriskos zwischen 1,5 und 3 je Tausend, die immer noch höher liegen als sämtliche Grenzwerte für einen Regulierungsbedarf in der Umwelt und am Arbeitsplatz. Ein Risiko von 2 pro 1000 ist das 2000-Fache des *De-minimis*-Risikos. Es gibt noch ein drittes Konzept der Schadstoffregulierung im Freien mit der Bezeichnung LAER oder *Reduzierung auf geringstmögliche Emissionen* (USEPA, 1983). Dabei handelt es sich um die strengste Reduzierung, die für eine Quelle oder eine Gruppe von Quellen gefordert ist. Für BACT ist LAER eindeutig nicht erreichbar. Leicht erreicht wird dieser Reduzierungswert jedoch durch Rauchverbote, wie z.B. im Staat Kalifornien. Rauchverbote verringern die Gefährdung durch ETS-Einwirkungen auf Null.

Luftgetragene Karzinogene lassen sich mit RACT oder BACT nicht kontrollieren. Sie fallen unter § 112 Clean Air Act, mit dem gefährliche Luftschadstoffe (HAPS) kontrolliert werden, das sind Schadstoffe, die "mit großer Wahrscheinlichkeit eine Mortalitätssteigerung oder eine Zunahme schwerer unheilbarer oder zu Pflegebedürftigkeit führender unheilbarer Krankheiten" verursachen (CAA, 1977). Gefährliche Luftschadstoffe werden durch die Staatliche Emissionsnorm für gefährliche Luftschadstoffe (NESHAPS) reguliert. HAPS werden nach Risikoermittlungen reguliert. HAP-Quellen unterliegen strengen Emissionsbegrenzungen. Die Emissionsbegrenzungen sind bemessen, das Gesamtrisiko oder eine Gefährdung der Bevölkerung auf *De minimis*-Werte zu senken. Dies wird erreicht durch Aufstellung des jeweiligen Dosis/Reaktion-Verhältnisses, Ermittlung der Belastung der Bevölkerung und der Forderung nach Verringerung der Quellenemission, um die Abwindkonzentrationen auf das *De minimis*-Risiko zurückzuführen. Das bedeutet weniger als 1 errechneter Todesfall pro Lebensdauer für die der Gefährdung ausgesetzten Personen, ohne Berücksichtigung der Kosten von Sicherheitsmaßnahmen, denn § 112 ist unabhängig von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen.

Die folgende Tabelle 6 zeigt die Risiken vor Kontrollen für verschiedene gefährliche Luftschadstoffe, die vom US-EPA reguliert werden, verglichen mit ETS. In einem Fall von Arsen wurde z.B. der einzige Kupferschmelzbetrieb der USA, der Arsen (eine Unreinheit im Erz) emittierte, geschlossen, da er die NESHAPS-Bestimmungen aus wirtschaftlichen Gründen nicht erfüllen konnte. Es sei bemerkt, dass – mit Ausnahme von Asbest – alle übrigen HAPS-Schadstoffe ebenfalls im ETS enthalten sind (Repace und Lowrey, 1985, 1990). Risikoermittlungen hinsichtlich ETS wurden vom US-EPA (1992), von Repace und Lowrey (1985) und anderen (Repace und Lowrey, 1990) durchgeführt und betragen i.M. 5000 ± 2500 LCDs/a. Im Gegensatz zu den anderen Risikoermittlungen für ETS stellten Repace und Lowrey (1985) ein Dosis/Reaktion-Verhältnis auf. Aufgrund der Todesrate ist ETS eindeutig der Gruppe gefährlicher Luftschadstoffe zuzuordnen. Die NESHAPS-Anforderungen sind in jedem Fall vorrangig zu BACT und RACT. Bei einer Regulierung nach NESHAPS müsste die durch ETS bedingte Todesrate in den gesamten USA unter 1 pro Jahr liegen. Dabei sind die NESHAPS-Forderungen so bemessen, dass die Risiken am stärksten exponierter Personen auf akzeptable Werte gesenkt werden. Noch dazu handelt es sich bei dem ETS-Risiko um eine Besteinschätzung, wohingegen andere Schadstoffe in der Regel Ermittlungen im 95%-igen oberen Vertrauensbereich eine Einschätzung der höchsten Wahrscheinlichkeit darstellen.

Tabelle 6: Mortalitätsermittlung des US-EPA für toxische Schadstoffe in der Umweltluft, welche nach dem Clean Air Act reguliert werden, im Vergleich zu den Ermittlungen für ETS (US EPA, 1992; Repace und Lowrey, 1990), der keiner Bundeskontrolle unterliegt

Harzardous Air Pollutant	Estimated Annual Cancer Mortality
Environmental Tobacco Smoke	3000
Vinyl Chloride*	<27
Airborne Radionuclides*	17
Outdoor Asbestos Emissions*	15
Coke Oven Emissions*	<15
Benzene*	<8
Arsenic*	<5

* Regulated under Section 112 of the Clean Air Act

ETS selbst enthält 5 HAPs, Vinylchlorid, Radionuklide (z.B. Po^{210}), chemische Substanzen, wie sie in Koksöfen auftreten (z.B. polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe), Benzol und Arsen. Zigaretten wurden mit Asbestfiltern hergestellt. Darüber hinaus wurden 47 in ETS enthaltene chemische Substanzen als "toxische Abfallstoffe" unter RCRA (Anhang C) klassifiziert. Jedoch fällt ETS – einzig unter den bekannten toxischen und karzinogenen Substanzen – nicht unter NESHAPS, OSHA TLV oder eine andere Norm für Luftqualität. Darüber hinaus hat der Kongress Tabakerzeugnisse von einer Regulierung unter TSCA ausgenommen. Zwar hat das EPA im Jahre 1992 ETS als "bekanntes Karzinogen" eingestuft, doch ist es nicht befugt, Qualitätsnormen für die Luftqualität in Innenräumen aufzustellen, es wurde ihm vom Kongress ausdrücklich untersagt, die Luftqualität in Innenräumen zu regulieren, und ein ETS-Forschungsprojekt des EPA wurde im Jahre 1990 eingestellt. Das OSHA schlug 1994 eine ETS-Regulierung am Arbeitsplatz vor, doch wurde die Arbeit an den geplanten Vorschriften im Jahre 1995 aufgegeben. Mangels jeglicher amtlicher Sicherheitsgrenzwerte für ETS ist es unsinnig, vage Behauptungen, ETS könne durch Belüftung kontrolliert werden, aufzustellen – oder zu akzeptieren. Allein ein Rauchverbot stellt eine sinnvolle Maßnahme dar. Rauchverbote erreichen ein *De minimis*-Risiko ohne technische Regulierung.

Rauchverbote wurden vom Gastgewerbe zwar weitgehend abgelehnt, doch basierte dieser Widerstand auf dem irrigen Glauben, sie beeinträchtigten das Geschäft, was sich aber in keinem Bereich der USA bestätigt hat. Wenn auch viele Unternehmen im Gastgewerbe besorgt sind, sie würden rauchende Kunden verlieren, so scheinen sich wenige bewusst zu sein, dass ihnen bis jetzt ein beträchtlicher Teil Nichtrauchergeschäft entgangen ist. Da viele Nichtraucher verräucherte Lokale meiden (Biener et al., 1999; Glanz, 1999) und da die Anzahl erwachsener Nichtraucher bundesweit mehr als dreimal so hoch ist wie die der erwachsenen Raucher, ist damit zu rechnen, dass keine wirtschaftlichen Einbußen eintreten werden. Abb. 3 zeigt deutlich, dass nach den Rauchverboten in Kalifornien kein wirtschaftlicher Rückgang zu erkennen ist.

Umsätze in kalifornischen Restaurants und Barbetrieben vor und nach Einführung des gesetzlichen Rauchverbots

First Quarter Taxable Sales Figures for Restaurants & Bars, State of California '92-'99
 Source: California Dept. of Health: California Board of Equalization



Abbildung 3: Steuererklärungen aus der Speise- und Getränkebranche in Kalifornien entnommene Daten lassen keine geschäftliche Beeinträchtigung durch die Verordnungen über Rauchfreiheit in Restaurants und Barbetrieben erkennen.

Schlussfolgerungen zu ETS-Risiken bei RACT und BACT

Das Beste, das sich mit derzeitiger Verdünnungslüftung (RACT) für die Risiken am Arbeitsplatz erreichen lässt, wird auf das ca. 20.000-Fache des *De minimis*-Wertes veranschlagt. Der beste Wert, den eine künftige "Verdrängungs"-(Luftaustausch)-technik (BACT) erzielen kann, ist ein erwartbares Risiko für Beschäftigte in der Größenordnung des 2.000-fachen *De minimis*-Wertes. Rauchverbote (LAER) bewirken ein mehrtausendfach geringeres Risiko (effektiv Null) ohne erkennbare Kosten für die Branche ins-

gesamt, wobei jedoch ein spürbarer gesundheitlicher Nutzen für die Bevölkerung und die betroffenen Beschäftigten entsteht.

Die Tabakindustrie zum Thema Belüftung

Vorgeschichte: Im Jahre 1973 wurden durch ASHRAE-Norm 62-73 Art. 6.2 Frischluftbelüftungsraten von 15 – 25 l/sec/Pers für Barbetriebe und Cocktail-Lounges sowie 5 – 10 l/sec/Pers für Speiseräume in Restaurants festgelegt. 1981 wurden durch Änderung der ASHRAE-Norm 62-1981 zum Zwecke der Energieeinsparung unterschiedliche Vorschriften für die Belüftungsleistung, getrennt nach Raucher- und Nichtraucherbereichen, in Art. 6, Tabelle 3 erlassen, und zwar für Raucherbereiche in Restaurants 17,5 l/sec/Pers, für Nichtraucherbereiche 3,5 l/sec/Pers; für Bars und Cocktail-Lounges in Raucherbereichen 25 l/sec/Pers, in Nichtraucherbereichen 5 l/sec/Pers. Diese Belüftungsraten wurden von einer Kommission von Belüftungstechnikern der Industrie in einem Konsensverfahren empfohlen. In die ASHRAE-Norm 62-1981 wurde ebenfalls ein neues "Verfahren zur Luftqualität in Innenräumen" aufgenommen, um Schadstoffe auf einen festgesetzten Unbedenklichkeitswert zu bringen (ähnlich dem in Abb. 2 oben von mir verwendeten Verfahren). Eine weitere Empfehlung war die "Anwendung der bestmöglichen Kontrolltechnik gegen toxische Verunreinigungen in Innenräumen, wie Asbest, Radon und Formaldehyd, wobei jedoch für andere Verunreinigungen, wie z.B. Tabakrauch, eine gezielte quantitative Behandlung schwierig sein kann."

Die Reaktion der Tabakindustrie auf diese neue Zweistufen-Vorschrift, die Raucheinrichtungen mit einem Malus belege, war die Unterbindung der Kommissionsarbeit mit Hilfe parlamentarischer Manipulationen (Repace, 1991) und schließlich die Androhung gerichtlicher Schritte gegen ASHRAE. Das Ergebnis, das dann in die ASHRAE-Norm 1989 einmündete, war das Abrücken von unterschiedlichen Belüftungsraten für Raucher- und Nichtraucherlokalitäten. Die neuen Raten für Restaurants waren generell 10 l/sec/Pers, unabhängig vom Rauchaufkommen, und 15 l/sec/Pers für Barbetriebe. Ein weiteres Zugeständnis an die Tabakindustrie findet sich in einer Fußnote zu der Norm: "Tabelle 2 gibt Raten von ... Außenluft an, die für eine annehmbare Luftqualität in Innenräumen erforderlich ist. Diese Werte sind zur Regulierung von CO₂ und anderen Schadstoffen gewählt, mit einer angemessenen Sicherheitsmarge, unter Einrechnung unterschiedlicher Gesundheitszustände der Anwesenden, unterschiedlicher Aktivität und mäßigem Rauchaufkommen." Dem Text der Norm vorangestellt ist folgende kryptische Distanzierung: "...hinsichtlich Tabakrauch und anderer Schadstoffe garantiert diese Norm nicht – und sie kann nicht dafür garantieren – dass durch sie sämtliche etwaigen gesundheitlichen Beeinträchtigungen ausgeschlossen werden, sie stellt jedoch anerkannte Konsenskriterien und Richtlinien dar."

Die Tabakindustrie machte sich ASHRAE 62-1989 lautstark zunutze zur Stützung ihrer Behauptung, Tabakrauch lasse sich durch Belüftung regulieren und es bedürfe keiner Rauchverbote. In vertraulichen "Konzepten" zu Strategiepapieren der Tabakindustrie aus einer Website über Vergleichsvereinbarungen heißt es, ETS werde als Gesundheitsgefährdung und Belästigung verstanden und es gebe derzeit eine Zunahme an Rauchverboten. Die Neufassung der ASHRAE-Norm 62-1989 wurde als gravierendes Problem angesehen: "Die in Aussicht genommene Neufassung der Norm ... würde jedes Gebäude, in dem ETS vorhanden ist, von der Klassifizierung 'akzeptable Luftqualität in Innenräumen' ausschließen. Für Neubauten, die dieser Norm zu genügen hätten, könnte sich dasselbe De facto-Rauchverbot ergeben, wie es der OSHA-Vorschlag [Luftqualität in Innenräumen] in Betracht zieht." Das erklärte Ziel des Strategiepapiers: "Fortbestand des Inhalts der Norm 62-1989, wonach das Rauchen als akzeptierter Standard zulässig ist, und Änderung der Bedingungen der Neufassung, um das Rauchen 'anzupassen'". Rechtliche Schritte zählten zu den in Betracht gezogenen möglichen Aktionen zur Erreichung dieses Zieles. Das Gastgewerbe wurde als Zielgruppe für die 'Anpassung' (Akkommodation) gewählt, unter besonderem Hinweis auf Hotels, Restaurants, Pubs und Tavernen [pmdocs.com, Worldwide Strategy and Plan, S. 2–4, Bates # 2060577486, -87, -88; -502, -522], s. Anhang D unten.

Zahlreiche Versuche, die Norm zu ändern, und verschiedene Appelle an ASHRAE und an ANSI führten die Tabakindustrie nicht zum Erfolg. Nach zehn Jahren wurde eine Neufassung der Norm herausgegeben, die dem allgemeinen medizinisch-wissenschaftlichen Konsens über ETS Rechnung trägt: Ergänzung 62e zu ASHRAE-Norm 62-1999 annulliert die Erklärung, dass die in Tabelle 2 genannten Belüftungsleistungen "ein moderates Rauchaufkommen zulassen". Das Vorwort zu Norm 62-1999 merkt an: "Seit der letzten Herausgabe dieser Norm im Jahre 1989 sind zahlreiche Expertengruppen zu der Erkenntnis gelangt, dass Tabakrauch in der Raumluft der menschlichen Gesundheit schadet. [Eine Liste, die vorgelegt wird, enthält Namen wie US-EPA, WHO, ANA, ALA, NIOSH, NAS, OSHA und den Surgeon General.] Diese Ergänzung verbietet nicht das Rauchen oder andere Handlungen in Gebäuden, sondern es entfällt die Aussage, "empfohlene Belüftungsleistungen sind dazu bestimmt, ein moderates Rauchaufkommen annehmbar zu machen." Das Verfahren für die Luftqualität in Innenräumen war weiterhin angeführt als alternatives Vorgehen zu den in Tabelle 2 beschriebenen Belüftungsraten.

Erklärungen der Tabakindustrie über ETS, Belüftung und das Gastgewerbe

Die größten Tabakunternehmen, Philip Morris (PM), RJ Reynolds (RJR) und British American Tobacco (BAT) [Die Niederlassung von BAT in den USA ist Brown & Williamson] unterhalten Firmen-Webseiten {PhilipMorris.com, RJReynolds.com, BAT.com}, auf denen u.a. Fragen zu ETS, Gesundheit und Belüftung sowie zum Gastgewerbe diskutiert werden. Die entsprechenden Dokumente sind nachstehend in Anhang D aufgelistet.

Philip Morris (PM), die größte US-Tabakfirma, verfügt über die umfangreichsten Daten und Unterlagen zu ETS (siehe Website-Titel *Secondhand Smoke; Options Program; Accommodation; Ventilation*). PM erklärt, es sei einzusehen, dass ETS für Nichtraucher unangenehm sein könne, doch gebe es Möglichkeiten, ETS "auf ein Mindestmaß zu reduzieren", und ein "beträchtlicher Anteil der Bevölkerung trete weiterhin für die Möglichkeit zu rauchen ein. PM hat ein "Anpassungsprogramm" (Accommodation Program), das als Zielgruppe Betriebe im Gastgewerbe mit Informationen über den neuesten Stand der Belüftungstechnik versorgt. Belüftung, so heißt es bei PM, spielt bei der Anpassung eine große Rolle. PM versichert jedoch, dass es "Betreibern von Restaurants, Barbetrieben, Spielhallen und anderen Lokalen des Gastgewerbes überlassen bleiben soll, welche Entscheidungen sie hinsichtlich des Rauchens für ihren Betrieb treffen." "Ausgewiesene Bereiche, getrennte Räume, Raucher-Lounges, manchmal aber auch keinerlei Trennung – mit all diesen Möglichkeiten kann ein Betriebsinhaber die 'Präferenzen' von Nichtrauchern und Rauchern in Einklang bringen," heißt es bei PM. PM weist auf das Programm *Das Recht der Wahl* hin, das vom Internationalen Hotel- und Gaststättenverband gefördert wird. Das Programm wird von örtlichen Gaststättenvereinigungen, Philip Morris International und anderen Tabak-sponsoren in etwa 47 Ländern gefördert und ist in fast 8000 einzelnen Gaststättenbetrieben erhältlich." PM räumt ein, dass "zahlreiche Wissenschaftler und Kontrollstellen überzeugt sind, ETS stelle ein Gesundheitsrisiko für Nichtraucher dar," doch "wir gehen mit einem großen Teil ihrer Feststellungen nicht einig." Philip Morris erklärt, "Solange unfreiwillige Belastung minimiert wird, ... kann den Bedenken gegenüber ETS ohne Erlass von Rauchverboten begegnet werden." (Anhang D).

RJ Reynolds erklärt auf seiner Website unter *Secondhand Smoke*, wenngleich "viele Menschen Tabakrauch als lästig empfinden und manche ... glauben, er schade ihrer Gesundheit ... Es gibt viele Möglichkeiten einer 'friedlichen Koexistenz' von Rauchern und Nichtrauchern in öffentlichen Bereichen, ohne zu Rauchverboten Zuflucht zu nehmen: Gegenseitige Rücksichtnahme ... – verbunden mit guter Belüftung und Filtrierung, sowie ausgewiesene Raucherzonen" RJR "ist nicht der Ansicht, dass die wissenschaftlichen Erhebungen Tabakrauch als Risikofaktor für Lungenkrebs, Herzerkrankungen oder andere Leiden bei erwachsenen Nichtrauchern ausweisen." "... Betriebseigner wissen am besten, was ihre Kunden wünschen, und es sollte ihnen die Entscheidung überlassen bleiben, ob sie das Rauchen in ihren Lokalen zulassen, beschränken oder ausschließen wollen." (Anhang D).

Auch BAT erkennt an {Website-Titel *Environmental tobacco smoke, ETS – accommodating both smokers and non-smokers*}, dass ETS eine "starke Belästigung" ist und dass "Behauptungen aufgestellt worden sind, ETS sei Ursache von Erkrankungen ..." "...wir jedoch sind nicht der Meinung, dass der Einfluss von ETS ein Risikofaktor für chronische Erkrankungen bei Erwachsenen ist." "Wir sind für ein vernünftiges Miteinander von ... Rauchern und Nichtrauchern ... mit Hilfe guter Belüftung." "Wir befürworten ebenfalls die Kampagne des Internationalen Hotel- und Gaststättenverbandes für ein *Recht der Wahl*. Ihr Ziel ist es, dem Gastgewerbe zu helfen, allen seinen Kunden in Restaurants, Versammlungszentren, Cafes, Bars, Clubs und Hotels einen angenehmen Aufenthalt zu bieten; sie enthält technische Untersuchungen über Belüftungssysteme und die Einrichtung flexibler Raucher- und Nichtraucherbereiche durch die Betreiber" "... wir sind nicht der Meinung, dass öffentliche Rauchverbote erforderlich sind, um Nichtraucher vor Erkrankungen zu schützen, die mit dem Rauchen verbunden werden." (Anhang D).

Zusammenfassung: Die drei großen Tabakunternehmen erklären also, dass sie ETS lediglich für eine Belästigung halten – nicht für eine ernsthafte Bedrohung der Gesundheit, trotz aller gegenteiligen Berichte staatlicher Experten – und dass Belüftung zur Rauchminimierung, nicht ein Rauchverbot, das Problem löse, besonders im Gastgewerbe. Mit anderen Worten, Die Tabakindustrie meint, das Gastgewerbe sollte die endgültige Entscheidung über ETS-Regulierung fällen, z.B. RACT oder BACT einzusetzen oder gar nichts zu unternehmen. Überwachung oder Grenzwerte für Belastungen oder Risiken werden nicht erwähnt.

Diskussion: In Medizin und Wissenschaft besteht einvernehmlich die Überzeugung, dass Passivrauchen Lungenkrebs und Herzerkrankungen sowie zahlreiche andere schwere Gesundheitsschäden verursacht. Darüber hinaus ist es eine starke Belästigung aufgrund von Reizungen im Augen-, Nasen- und Rachenbereich. Während alle bedeutenden Gremien in Medizin und Wissenschaft der USA einhellig der Meinung sind, dass ETS eine Gefahr darstellt, lehnt die Tabakindustrie diesen Konsens ab. Stattdessen fördert die Industrie die "Akkommodierung" (Akzeptanz bzw. Anpassung) von Rauchern, insbesondere im Gastgewerbe. Bei dieser Akkommodierung von Rauchern wird Belüftung als Regulierungsmaßnahme eingesetzt, bei der jedoch Beschäftigte und nichtrauchende Gäste dem Tabakrauch weiterhin ausgesetzt sind. Dieses Propagieren von Belüf-

tung als 'Lösung' für das Problem Passivrauchen enthält verschiedene Schönheitsfehler. Die Belüftung ist nicht risikoorientiert. Vielmehr beschränkt sich die Industrie auf die Feststellung, dass "die Belastungen niedrig sind." Zum Beweis beruft sich die Industrie auf die Oak Ridge-Studie (Jenkins und Counts, 1999), die von ihr vertraglich finanziert wurde (Glantz et al., 1996). Diese Studie jedoch ist nicht repräsentativ (Hammond, 1999). Staatliche Gesundheitsbehörden können nicht auf Treu und Glauben annehmen, dass die Risiken minimiert oder beseitigt werden, und die Belüftung fördern, durch die das Wohlbefinden von Personen, die im Gebäude Umweltrauch ausgesetzt sind, hergestellt werden soll. Aber selbst wenn ein limitiertes Ziel von Wohlbefinden untersucht wird, wie Spengler (1999) bemerkt, kann das Ziel der ASHRAE-Norm 62-1989, eine Luftqualität für das Wohlbefinden von 80% der betroffenen Personen herzustellen, nach derzeitigen Normvorschriften nicht erreicht werden. Durch Ergänzung 62-e der ASHRAE-Norm 61-1999 wird dieses Ziel wegen der Karzinogenität von ETS auch tatsächlich zurückgenommen.

Normen für die Luftqualität in Innenräumen für ETS wurden von Repace und Lowrey (1985b) vorgeschlagen auf der Basis ETS-RSP sowie für Nikotin und Plasma (Serum) und Kotinin im Urin (Repace und Lowrey, 1993), erweitert auf Speichelkotinin von Repace und Lowrey (1998). Prämisse dieses Standardvorschlags ist ein Belastung/Reaktion-Verhältnis, bei dem der Zähler auf den Unterschieden in der Lungenkrebsrate bei zwei Gruppen lebenslanger Nichtraucher in Kalifornien basiert – die eine den Angaben nach unbelastet von ETS (kalifornische Adventisten des Siebenten Tages), die andere Gruppe (Nicht-Adventisten) aus der kalifornischen Bevölkerung allgemein, die ETS-Belastungen ausgesetzt war. Der Nenner in dem Verhältnis Belastung/Reaktion, das dem Vorschlag zugrundeliegt, basierte auf einer Ermittlung der durchschnittlichen ETS-RSP-Belastung in der Bevölkerung (Repace und Lowrey, 1985). Danach wurde ETS-RSP durch Anwendung der Gleichungen aus Tabelle 1 in Äquivalente von luftgetragenen Nikotin und Kotinin in Körperflüssigkeiten umgerechnet. Die Ermittlungen der durchschnittlichen ETS-RSP-Belastung in der Bevölkerung wurden bestätigt durch Berechnung der Serumkotininwerte in guter Übereinstimmung mit einer in NHANES III gemessenen bundesweiten Wahrscheinlichkeitsstichprobe. Diese Kotininwerte in Luft und Körperflüssigkeiten wurden auf die primären Determinanten der ETS-Belastung zurückgeführt: Raucherichte und Luftaustauschrate, wobei der Luftumsatz der ASHRAE-Norm 62 entsprach (Repace et al., 1998). Das Risikomodell wurde ausgeweitet auf Mortalität durch Herzkrankheiten (Repace et al., 1998). Wie aus Abb. 2 ersichtlich, lassen sich – entgegen den vagen Behauptungen der Tabakindustrie über die Wirksamkeit von Belüftung – die Risiken nicht auf Werte herunterregulieren, die für Beschäftigte und Restaurantkunden akzeptabel sind, auch nicht mit optimaler Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik).

Auch wenn eine Möglichkeit gefunden würde, mit einer noch unentdeckten Belüftungs- oder Luftreinigungstechnik die ETS-Belastungen um 4 Zehnerpotenzen zu reduzieren, müsste eine Kontrollbehörde Genehmigungen für die neue Technik erteilen, die dann in alle bestehenden Anlagen einzubauen bzw. in neue Anlagen einzuplanen wäre. Dann müsste ein Stab von Kontrolleuren aufgestellt, ausgebildet und in der Praxis eingesetzt werden, um Auffälligkeiten nachzugehen. Das Messen von ETS-Konzentrationen oder Belüftungsraten ist schwierig, zeitaufwendig und teuer. Auch wenn ETS-RSP in Echtzeit messbar ist, so ist RSP unspezifisch für ETS. ETS-Nikotin ist zwar spezifisch, es kann jedoch nicht in Echtzeit gemessen werden. Belüftungsleistungen sind ebenfalls nicht in Echtzeit messbar. Da die meisten Belüftungstechniker nur die Verdünnungslüftung kennen, müssten sie für den Einbau der neuen Technik ausgebildet und Bauinspektoren nachgeschult werden, um diese Pläne zu genehmigen. Da es in einem Staat der Größe Kaliforniens Zehntausende solcher Betriebe gibt, würde dies sehr schnell eine Horrorvorstellung für Kontrollinstanzen. Mit Rauchverboten dagegen wird ein Nullrisiko erreicht, und sie erscheinen derzeit leicht durchsetzbar.

Ein letztes Problem betrifft neue, erst bekannt werdende Risiken, die bisher nicht quantifiziert worden sind und für die kein Dosis/Reaktion-Verhältnis existiert. Studien von anderer Seite haben ETS mit der Mortalität durch SIDS, Nasennebenhöhlenkrebs und möglicherweise Hirntumoren und Atemwegserkrankungen in Verbindung gebracht (CalEPA, 1997). Neuere Untersuchungen verbinden ETS mit Brustkrebs und Schlaganfall. Das durch ETS verursachte Brustkrebsrisiko erscheint hochgradig nicht-linear, wie in Abb. 4 dargestellt, was die Entwicklung eines ETS-IAQ-Standards für Brustkrebs problematisch machen würde. Ein weiteres unerforschtes Problem ist die erneute Abgabe von ETS-Partikeln von Oberflächen, auf denen sie abgelagert worden sind, was Oberflächen in Räumen zu sekundären Quellen von ETS-Partikeln macht (Johannson et al., 1993). Ebenfalls werden Gase wahrscheinlich auf Oberflächen absorbiert und von dort in die Raumluft re-emittiert. Dies bedeutet, dass Gebäude, in denen das Rauchen erlaubt ist, hochgradig mit toxischem Abfall aus ETS, massiven PAH-Quellen und anderen karzinogenen und toxischen Substanzen kontaminiert werden, denen Nichtraucher ausgesetzt sein können, auch wenn in ihrer Anwesenheit nicht geraucht wird. Um die Größenordnung dieses Problems ermessen zu können, stelle man sich ein Restaurant vor mit 70 anwesenden Personen auf 1000 ft² mit einer Raucherpräsenz von 29%, was einer auf die Fläche bezogenen Anwesenheit von 2 Rauchern pro 1000 ft² entspricht. Jeder Raucher raucht 2 Zigaretten pro Stunde. Angenommen, in dem Restaurant wird 8 Stunden täglich geraucht und jede Zigarette gibt 14 mg Teer ab, von dem 20% auf Oberflächen im Raum ausgefällt werden. Damit werden $(2,8 \text{ mg/Zigarette}) \cdot (2 \text{ Raucher}/1000 \text{ ft}^2) \cdot (2 \text{ Zigaretten/Raucher-Stunde}) \cdot (8 \text{ Stunden/Tag}/(300 \text{ Tage/Jahr})) = 27 \text{ g/a Tabakteer auf Raumbooberflächen} - \text{einschließlich der HVAC-Anlage} - \text{pro } 1000 \text{ ft}^2 \text{ Grundflä-}$

che abgelagert. Für ein Restaurant von 10.000 ft² bedeutet das 270g/a oder etwa 1 kg toxischen Abfalls in 4 Jahren.

Aktiv-/Passivrauchen und Brustkrebs

Pre: 805 cases, 2438 controls; Post: 1512 cases, 2438 controls

(Johnson, et al., Cancer Causes & Control, in press)

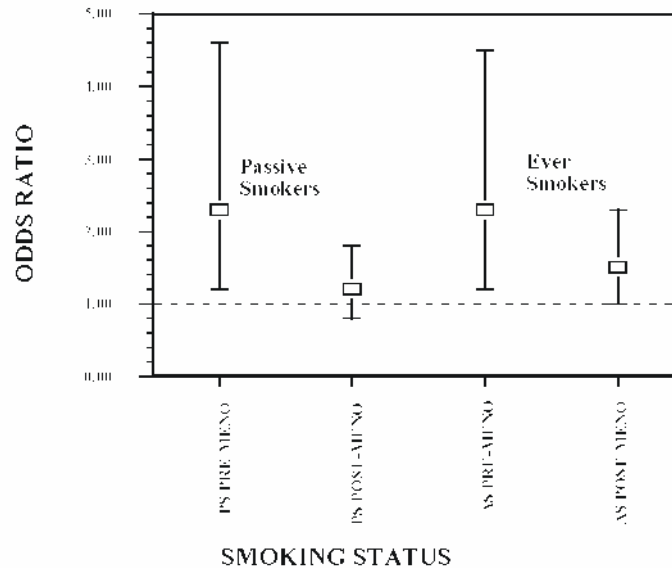


Abbildung 4: Aktiv-/Passivrauchen und Brustkrebs bei Frauen vor und nach der Menopause [KD Johnson, et al., Health Canada, Cancer Causes and Control, 2000].

Estimated Deaths from ETS	
(Wells, AJ., Environment Int. 25: 515-519 (1999))	
Cause	Deaths in 1998
Lung Cancer	3 060
Heart Disease	47 000
Breast Cancer	8 700
Cervical Cancer	500
Nasal Sinus	200
Brain, Leukemia, Lymphoma	1 000
Total Deaths in U.S.A.	60 460

Tabelle 7: Sie zeigt einige dieser Risiken (außer Schlaganfall) nach Ermittlungen von Wells. Für alle Risiken, einschließlich Schlaganfall, wären Normen zu erarbeiten.

Schlussfolgerungen

1. Der "Offizielle Bericht des Workshops über Möglichkeiten zur Kontrolle von Tabakrauch in Innenräumen des Gastgewerbes durch mechanische Belüftung", der vom Staatlichen Institut für Arbeitssicherheit und Gesundheit (OSHA) und dem Amerikanischen Verband staatlicher Arbeitshygieniker (ACGIH) gesponsert wurde, kommt zu dem Ergebnis, dass derzeit verfügbare Belüftungskonzepte (Verdünnungslüftung mit Verwirbelung) zur Reduzierung der Belastung von Beschäftigten durch ETS nicht ausreichen. Luftreinigung wird als ähnlich problematisch betrachtet. Von den vorgeschlagenen technischen Konzepten wird die Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) für geeignet gehalten, eine Reduzierung der ETS-Werte von 90% zu erreichen, wobei allerdings das Fehlen von Leistungsdaten, Unkenntnis dieser Technik bei der Mehrheit der Belüftungstechniker und Schwierigkeiten bei der Umrüstung bestehender Anlagen große Probleme darstellen. Die Workshopteilnehmer sahen weitere Probleme darin, dass Belüftungsleistungen nach örtlichen Bauvorschriften nicht überwacht werden und natürliche Belüftung eingesetzt wird. Unter Restaurantbesuchern scheint das Rauchen immer mehr abzunehmen.
2. In dem vorliegenden Bericht habe ich Berechnungsmodelle für ETS-RSP und Nikotinwerte in der Luft für Restaurants, Barbetriebe, Raucher-Lounges, Bowlingbahnen und Spielhallen zur Ermittlung der ETS-Belastung der dort Beschäftigten entwickelt. ETS-RSP ist als unspezifischer Indikator für ETS verwendet worden. Nikotinwerte in der Luft und Kotinin in Körperflüssigkeiten sind die besten und am weitesten verbreiteten spezifischen Indikatoren für ETS. Bei Zugrundelegung eines durchschnittlichen Raucheranteils in den USA, Standardbelegungszahlen nach ASHRAE-Norm 62-1999 und den empfohlenen Frischluftzufuhraten als Idealwerte ergeben für diese ideale Verdünnungsventilation ermittelte ETS-RSP-Werte zwischen 100 und 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und Nikotinwerte in der Luft zwischen 10 und 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Diese errechneten Werte liegen erheblich unter den meisten Beobachtungen, was auf geringere Belüftungsleistungen oder höhere Raucherdichten als erwartet schließen lässt. Dies überrascht nicht, da weder die Raucherdichte noch die Belüftungsraten reguliert werden.
3. Unter der Prämisse idealer Verdünnungsventilation, d.h. praktisch verfügbarer Kontrolltechnik (RACT), liegen die ermittelten ETS-Risikowerte für Lungenkrebs und Herzerkrankungen zusammen im Bereich von 15 – 25 je 1000 Beschäftigte, das ist das 15- bis 25-Fache des lt. OSHA signifikanten Risikowertes und das 15.000- bis 25.000-Fache des *De minimis*- oder "akzeptablen" Risikowertes für unter Bundesgesetz regulierte gefährliche Schadstoffe.
4. Unter der Annahme idealer Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik), d.h. der bestmöglichen Kontrolltechnik (BACT) würden die ermittelten ETS-Risikowerte für Lungenkrebs und Herzerkrankungen zusammen um 90% reduziert und lägen damit im Bereich von 1,5 – 2,5 je 1000 Beschäftigte, betrügen damit das 1,5- bis 2,5-Fache des lt. OSHA signifikanten Risikowertes und das 1.500- bis 2.500-Fache des *De minimis*- oder "akzeptablen" Risikowertes für unter Bundesgesetz regulierte gefährliche Schadstoffe.
5. Alle amtlichen Autoritäten im Sektor Wissenschaft und Gesundheit in den USA, darunter die US Environmental Protection Agency, das National Institute for Occupational Safety and Health, OSHA, der Surgeon General, die National Academy of Sciences, das National Cancer Institute, das National Toxicology Program und die American Medical Association, sind überzeugt, dass ETS-Belastung Ursache für Krankheiten und vorzeitigen Tod ist. Die Tabakindustrie lehnt diesen Konsens ab.
6. Gemäß Art. 112 des Federal Clean Air Act können Schadstoffe als "gefährliche Luftschadstoffe" (HAPS) bezeichnet werden, wenn sie schwere Erkrankungen oder den Tod herbeiführen, wie dies bei ETS der Fall ist. Diese ETS-ähnlichen Substanzen unterliegen den NESHAPS-Vorschriften, die weit strenger sind als RACT oder BACT. RACT und BACT sind zur Kontrolle normaler, ungefährlicher Luftverunreinigungen bestimmt. NESHAPS regeln HAPS auf *De minimis*-Risikowerte mit einer angemessenen Sicherheitsmarge. ETS enthält 5 HAPS-Schadstoffe, über 100 toxische chemische Substanzen und 47 chemische Stoffe, die unter RCRA als gefährliche Abfallstoffe klassifiziert sind. Obwohl Tabakrauch dazu gehört, bleibt er unreguliert als Luftverseuchung (HAP), als Giftstoff oder gefährlicher Abfall.
7. In den USA gibt es gegenwärtig keine amtlichen ETS-Normen für die Luftqualität in Innenräumen (IAQ). Vorschläge für ETS-IAQ-Normen, angelehnt an NESHAPS, zielen darauf ab, ETS-bedingte Lungenkrebs- und Herzerkrankungen auf *De minimis*-Werte zu reduzieren. Eine Anwendung dieser vorgeschlagenen Normen auf Restaurants, Barbetriebe und Spielhallen zeigt, dass orkanartige Belüftungsstärken erforderlich wären, die das Zehntausendfache des bei der Verdünnungsventilation Machbaren betragen würden und das Tausendfache des bei der Verdrängungslüftung (Luftaustauschtechnik) Möglichen, mit zwischengeschalteter Luftreinigung.
8. Die Belüftung von Gebäuden liegt in der Verantwortung der Gemeindeverwaltungen. Es gibt Bauvorschriften, die keine Auflagen für den Betrieb von Belüftungsanlagen nach Einbau enthalten. Bei Vorschriften, die

den Betrieb fordern, werden Belüftungsstandards nicht kontrolliert. Eine Überprüfung, ob Belüftungsnormen - so wünschenswert sie sind - erfüllt werden, würde die Einrichtung neuer Kontrollbehörden erfordern.

9. Die Durchsetzung von Standards für die Luftqualität in Innenräumen würde ebenfalls eine zusätzliche neue Kontrollbürokratie bedingen. Zur Aufstellung von Qualitätsnormen für die Innenraumluft ist ein hoher technischer Kenntnisstand erforderlich, der die Kapazität der meisten Gemeindeverwaltungen übersteigt, und würde einen jahrelangen Prozess bedeuten (nicht gerechnet die sich ergebenden Gerichtsverfahren – nach US-weiter Erfahrung). Es ist zweifelhaft, ob die Instanzen gewillt oder in der Lage wären, die Kosten dieser neuen Kontrollkonzepte zu tragen. Selbst wenn alle Hürden hinsichtlich ETS-Regulierung, einschließlich der Erarbeitung von IAQ-Normen für ETS, mit Bezug auf Lungenkrebs und Herzerkrankungen genommen werden könnten, so bliebe noch die Erarbeitung von Normen zum Schutz gegen Brustkrebs, Schlaganfall, SIDS, Nasennebenhöhlenkrebs, Atemwegserkrankungen etc., die durch ETS verursacht werden.
10. Eindeutiges, erklärtes Ziel der Tabakindustrie, wie auf deren Webseiten zu lesen, ist eine aktive Förderung der Belüftungstechnik als Mittel optimaler Kontrolle von ETS – und die wäre den Betriebseignern im Gastgewerbe anheimgestellt. Die Tabakindustrie hat das Gastgewerbe als besondere Zielgruppe für Belüftungstechniken gewählt. Keine der "drei großen" Tabakfirmen gesteht ein, dass ETS ein Gesundheitsrisiko für Nichtraucher ist, alle setzen auf "Akzeptanzlösungen" - ein vage umrissenes Code-Wort dafür, dem Markt die Entscheidung über die ETS-Kontrolle zu überlassen.
11. Es steht eindeutig fest, dass Rauchverbote, wie sie im Staat Kalifornien bestehen, die kostengünstigste, am leichtesten durchzusetzende, das Risiko minimierende Alternative zur ETS-Kontrolle sind. Sie erweisen sich als gut für den Umsatz und sind ebenfalls die einzige bekannte Kontrollmaßnahme, mit der das *De minimis*-Risiko erreichbar ist.

Anhang

Anhang A: 103 Giftstoffe in Tabakrauch

James Repace, MSc.
 Repace Associates, Secondhand Smoke Consultants
 101 Felicia Lane, Bowie, MD 20720
 Phone: 301-262-9131; Fax: 301-352-8745
 Curriculum Vitae: see website: <repace.com>

July 19, 2000

Die vorliegende Arbeit geht von der folgenden Definition aus:

Gift ist eine Substanz (wie eine Droge), die in geeigneten Mengen Eigenschaften hat, die schädlich oder tödlich für einen Organismus sind, wenn sie mit dem Organismus in Berührung gebracht oder von ihm absorbiert werden; eine Substanz, die durch ihre chemische Reaktion einen Organismus im Allgemeinen tötet, schädigt oder beeinträchtigt <Strychnin, Kohlenmonoxid u.a. Gifte>

Websters Third New International Dictionary, ungekürzt. Merriam Webster, Springfield, MA, USA 1986

Quellenverzeichnis für die nachstehende Tabelle

1. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, U.S. Dept. Health & Human Services, Centers for Disease Control & Prevention, June 1994.
2. Dangerous Properties of Industrial Materials, NI Sax, 6th Ed., Van Nostrand Reinhold, NY, 1984.
3. The Merck Index - An encyclopedia of chemicals drugs an biologicals. 11th Ed. S. Budavari, MJ O'Neill, A. Smith PE Heckelman Eds. Merck & Co., Rahway, NJ 1989.
4. Reducing the Health Consequences of Smoking, 25 Years of Progress. A Report of the Surgeon General, 1989, USDHHS, Rockville, MD. 1989.
5. Smoking and Health, A Report of the Surgeon General, 1979. USDHEW, Washington, DC.
6. Wynder E & Hoffman D, Tobacco and Tobacco Smoke, Academic Press, New York, 1967.

N.B.: Die folgenden Substanzen sind aufgeführt als im Tabakrauch enthalten. Zwar wurden wenige von ihnen tatsächlich im Rauch der Raumluft gemessen, doch alle wurden im Hauptstrom- und zu einem geringeren Teil im Nebenstromrauch nachgewiesen. Rauch in der Raumluft besteht aus frischem oder altem ausgeatmetem Hauptstrom- und aus Nebenstromrauch; Hauptstromrauch wird in dem gleichen glimmenden Konus gebildet wie Nebenstromrauch. Nebenstromrauch und Rauch in der Raumluft enthalten allgemein größere Gesamtmengen bestimmter chemischer Substanzen (z.B. mehr NO₂ und mehr NNK) und sie sind giftiger als Hauptstromrauch, der bei höherer Temperatur entsteht und außerdem durch den Tabakstab und den Zigarettenfilter gefiltert wird.

**Verbindung(en) in Tab.5,6,7,8 bzw. 9
 od. in Ref. 4 od. in Ref. 5, Kap. 14**

**Giftig (Y = yes); hochgestellte
 Ziffern s. Quellenverzeichnis**

1. 1,1-Dimethylhydrazine
2. 1-Methylindole
3. 2-Naphthylamine
4. 2-Nitropropane

Y⁴
 Y⁵
 Y⁴
 Y⁴

5.	2-Toluidine	Y ⁴
6.	3-Vinylpyridine	Y ⁴
7.	4,4-Dichlorostilbene	Y ⁵
8.	4-(Methylnitrosamino)-1-(3-pyridil)-1-butanone (NNK)	Y ⁴
9.	4-Aminobiphenyl	Y ⁴
10.	5-Methylchrysene	Y ⁴
11.	7H-Dibenzo(c,g)carbazole	Y ⁴
12.	9-Methylcarbazole	Y ⁵
13.	Acetaldehyde	Y ⁴
14.	Acetone	Y ⁴
15.	Acetonitrile	Y ¹
16.	Acrolein	Y ⁴
17.	Acrylonitrile	Y ⁴
18.	Alkylcatechols	Y ⁵
19.	Ammonia	Y ¹
20.	Anabasine	Y ³
21.	Aniline	Y ¹
22.	Anthracenes (5)	Y ²
23.	Antimony	Y ^{2,5}
24.	Arsenic	Y ⁴
25.	Benz(a)anthracene	Y ⁴
26.	Benzene	Y ⁴
27.	Benzo(a)pyrene	Y ⁴
28.	Benzo(b)fluoranthene	Y ⁴
29.	Benzo(j)fluoranthene	Y ⁴
30.	Benzo(k)fluoranthene	Y ⁴
31.	Benzofurans (4)	Y ²
33.	Butyrolactone	Y ⁶
34.	Cadmium	Y ⁴
35.	Carbon monoxide	Y ⁴
36.	Carbonyl sulfide	Y ⁴
37.	Catechol	Y ⁴
38.	Chromium	Y ⁴
39.	Chrysene	Y ⁴
40.	Cresols (all 3 isomers)	Y ⁵
41.	Crotonaldehyde	Y ⁴
42.	DDD	Y ^{5,2}
43.	DDT	Y ^{5,2}
44.	Dibenz(a,h)acridine	Y ⁴
45.	Dibenz(a,h)anthracene	Y ⁴
46.	Dibenz(a,j)acridine	Y ⁴
47.	Dibenzo(a,i)pyrene	Y ⁴
48.	Dibenzo(a,l)pyrene	Y ⁴
49.	Dimethylamine	Y ^{2,6}
50.	Endosulfan	Y ⁵
51.	Endrin	Y ^{5,2}
52.	Ethylcarbamate	Y ⁴
53.	Fluoranthenes (5)	Y ²
54.	Fluorenes (7)	Y ²
55.	Formaldehyde	Y ¹
56.	Formic acid	Y ¹
57.	Furan	Y ²
58.	Hydrazine	Y ⁴
59.	Hydrogen cyanide	Y ⁴
60.	Hydrogen sulfide	Y ¹
61.	Hydroquinone	Y ^{5,2}
62.	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	Y ⁴
63.	Indole	Y ²
64.	Isoprene	Y ²
65.	Lead	Y ⁴
66.	Lead 210	Y ⁵
67.	Limonene	Y ²
68.	Manganese	Y ^{5,2}
69.	Mercury	Y ^{5,2}

70	Methanol	Y ¹
71.	Methyl formate	Y ¹
72.	Methylamine	Y ¹
73.	N'-Nitrosoanabasine	Y ⁴
74.	N'-Nitrososornicotine	Y ⁴
75.	N-Nitrosodiethanolamine	Y ⁴
76.	N-Nitrosodiethylamine	Y ⁴
77.	N-Nitrosodimethylamine	Y ⁴
78.	N-Nitrosoethylmethylamine	Y ⁴
79.	N-Nitrosomorpholine	Y ⁴
80.	N-Nitrosopyrrolidine	Y ⁴
81.	Naphthalene	Y ¹
82.	Nickel	Y ⁴
83.	Nicotine	Y ⁴
84.	Nitric oxide	Y ⁴
85.	Nitrogen dioxide (NO ₂)	Y ⁴
86.	NNN	Y ⁴
87.	Nornicotine	Y ³
88.	O-Toluidine	Y ⁴
89.	Palmitic acid	Y ²
90.	Parathion	Y ⁵
91.	Phenol	Y ²
92.	Phenols (volatile)	Y ⁴
93.	Picolines (3)	Y ³
94.	Polonium-210	Y ⁴
95.	Propionic acid	Y ¹
96.	Pyrenes (6)	Y ²
97.	Pyridine	Y ¹
98.	Quinolines (7)	Y ²
99.	Styrene	Y ¹
100.	Toluene	Y ¹
101.	Toluidine(s)	Y ²
102.	Urethane	Y ^{5,2}
103.	Vinyl chloride	Y ⁴

Anhang B:

Entsprechung der ETS-RSP-Modelle von Repace (1987) und Ott (1999)

Bemerkung zur Entsprechung der ETS- RSP-Modelle von Repace (1987) (Gl. 1) und Ott (1999): Ott (1999) verwendet folgende Werte: Für eine Bar von $V = 500 \text{ m}^3$ mit einer effektiven Luftaustauschrate $\phi_p = 6 \text{ h}^{-1}$ (ist gleich einer Luftaustauschrate der Belüftung von $\phi_v = \phi_p/1,2 = 5 \text{ h}^{-1}$) und bei einem durchschnittlichen Zigarettenkonsum $n_{\text{ave}} = 2$ Zigaretten beträgt der errechnete ETS-RSP-Wert $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$. (Die effektive gemessene Luftaustauschrate für Partikel betrug das 1,2-Fache der Luftaustauschrate durch Belüftung allein). n_{ave} bei Ott ist gleich der Anzahl aktiver Raucher n_{as} im Repace-Modell *Gewohnheitsraucher* (Repace, 1987), wobei die Anzahl Gewohnheitsraucher $n_{\text{hs}} = 3 n_{\text{as}}$ nach dem Repace-Modell. So ist $n_{\text{hs}} = (3 \text{ Gewohnheitsraucher je brennende Zigarette}) \cdot (2 \text{ brennende Zigaretten}) = 6 \text{ Gewohnheitsraucher}$, wobei angenommen wird, dass ein Gewohnheitsraucher stündlich 2 Zigaretten raucht. $D_{\text{hs}} = 100 n_{\text{hs}}/V = \{(100)(6 \text{ hs})\} / \{(500 \text{ m}^3)\} = 1,2 \text{ Gewohnheitsraucher pro hundert Kubikmeter (hs/100m}^3)$. Gleichung 1 kommt zu dem Ergebnis: $\text{ETS-RSP} = 220 D_{\text{hs}}/\phi_v = (220)(1,2 \text{ hs/100 m}^3) / 5 \text{ h}^{-1} = 53 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die kleinen Differenzen in den Berechnungsergebnissen der beiden Modelle ergeben sich wahrscheinlich aus Abrundungsfehlern. Somit entsprechen die beiden Modelle einander. Die Partikelgröße in den Modellen von Repace und von Ott beträgt $\text{PM}_{3,5}$, was im wesentlichen gleich $\text{PM}_{2,5}$ ist (Wallace, 1996). Das Modell von Repace (1987) gilt daher für folgende Verhältnisse als nützlich: Es berechnet die Zeit-gemittelte ETS-RSP-($\text{PM}_{3,5}$ -)Konzentration unter der Prämisse, dass jeder Raucher in dem Raum gleiche Zigaretten mit $14 \text{ mg}/\text{Zigarette}$ Emissionen in der genau gleichen Zeit von 2 Zigaretten je Raucher-Stunde raucht. Das Modell legt die Luftaustauschrate durch Belüftung zugrunde (im wesentlichen die in ASHRAE-Norm 62 festgelegte), davon ausgehend, dass die effektive Luftaustauschrate für ETS-Partikel 20% höher liegt. Beide Modelle sind ebenfalls zur Ermittlung von Luftaustauschraten anwendbar, wenn die anderen Modellparameter gegeben sind.

Anhang C

47 chemische Substanzen im ETS sind nach RCRA (Resource Conservation and Recovery Act) als "gefährliche Abfallstoffe" klassifiziert RCRA Landfill Disposal Regulations aus dem Code of Federal Regulations (CFR 40: 268) über die Beseitigung von "gefährlichen Abfallstoffen" in Erdgruben.

Ich habe 47 chemische Substanzen im Zigarettenrauch identifiziert, für die das EPA gemäß Liste 40 CFR die Beseitigung im Erdreich (d.h. Abkippen in Gruben) einschränkt. In Teil 268 *Restriktionen der Beseitigung in Erddeponien (a)* sind die Sonderabfälle benannt, die nicht im Erdreich deponiert werden dürfen, und es werden einige wenige Voraussetzungen definiert, unter denen das Deponieren ansonsten verbotenen Abfalls erlaubt ist. In Abschnitt A Art. 268.2 (b) der CFR heißt es: "Ein gefährlicher Bestandteil oder gefährliche Bestandteile bedeutet Bestandteile, die in **Anhang VIII zu Teil 261** dieses Kapitels aufgeführt sind." Tabelle C-1 unten ist eine Aufstellung von 32 Karzinogenen, die im Zigarettenrauch enthalten und in Anhang VIII zu Teil 261 benannt werden.

Tabelle C-1. Im Tabakrauch identifizierte chemische Substanzen, deren Ursächlichkeit für Krebserkrankungen an Mensch und Tier nach Angaben des Internationalen Instituts für Krebsforschung (1986) "hinreichend belegt ist" und die in Anhang VIII Teil 261 benannt sind.

acrylonitrile	dibenzo(a,e)pyrene	vinyl chloride
arsenic	dibenzo(a,l)pyrene	1,1-dimethylhydrazine
benz(a)anthracene	dibenzo(a,h)pyrene	2-nitropropane
benzene	formaldehyde	2-naphthylamine
benzo(a)pyrene	hydrazine	4-aminobiphenyl
benzo(b)fluoranthene	lead	7H-dibenzo(c,g)carbazole
benzo(k)fluoranthene	nickel	
cadmium	N-nitrosodiethanolamine	
chromium VI	N-nitrosodiethylamine	
DDT	N'-nitrosodimethylamine	
dibenz(a,h)acridine	N'nitrosornicotine	
dibenz(a,j)acridine	N-nitrosopiperidine	
dibenz(a,h)anthracene	ortho-toluidine	

Außerdem sind folgende, in Tabelle C-2 aufgeführte 15 Stoffe im Tabakrauch enthalten (Bericht des Surgeon General 1979, Kap. 14), die **ebenfalls** in Anhang VIII zu Teil 261 genannt sind.

Tabelle C-2

acrolein
chrysene
cresol
cyanogen
DDD
endosulfan
endrin
hydrogen cyanide
maleic hydrazide
mercury
nicotine
parathion
phenol
pyridine
resorcinol

Anhang D

Abhandlungen über Raumluftrauch, "Akkommodation" (Akzeptanzlösungen), Belüftung und Rauchverbote, von Webseiten der Tabakindustrie heruntergeladen.

1. Philip Morris <philipmorris.com>
2. British American Tobacco <bat.com>
3. RJReynolds <rjr.com>

Literaturhinweise

Benowitz N. Biomarkers of Environmental tobacco smoke exposure. *Env. Health Persp.* 107, Suppl 2: 349-356 (1999).

Biener L, Fitzgerald G. Smoky bars and restaurant: who avoids them and why? *J Publ Health Management Practice* 5: 74-78 (1999).

Bonita R, et al. Aktive and passive smoking and risk of stroke. *Tobacco Control* 8: 156-160 (1999).

Clean Air Act as Amended August 1977, 95th Congress, Washington DC 1977.

Daisey, JM. Tracers for assessing exposure to ETS: What are they tracing? *Env Health Persp* 107 suppl 2, 1999, 319-327.

Dockery DW, Pope III CA. Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Annual Rev of Publ Health* 15: 107-132 (1994).

Gallup Poll, volume 56, # 36, Monday, May 13, 1996. Gallup Canada, Inc. (Percent of respondents reported smoking in the past week).

Glantz SA, Slade J, Bero LA, et al., *The Cigarette Papers*. University of California Press, Berkeley, 1996.

Glantz SA. Smoke-Free ordinances do not affect restaurant business. *Period. J Publ Health Management Practice* 5: vi-ix (1999).

Hammond SK. Exposure of US workers to environmental tobacco smoke. *Env Health Persp* 107 suppl 2, 1999, 329-340.

Jenkins RA, Counts RW. Occupational exposure to environmental tobacco smoke: results of two personal exposure studies. *Env Health Persp* 107 suppl 2, 1999, 341-348.

Johannson J, Olander L, and Johannsson R. Long term test of the effect of room air cleaners on tobacco smoke. *Proc. Indoor Air '93*, 6: 387-391 (1993).

Johnson KC, Jinfu H, Yang M, et al. Passive and active smoking and breast cancer risk in Canada, 1994-1997. *Cancer Causes & Control* 11: 211-221 (2000).

Johnson KD, Repace JL. Turning over the wrong stone. (letter) *British Med J.*, in press.

Kawachi I, et al. "Deaths from lung cancer and ischemic heart disease due to passive smoking in New Zealand." *The New Zealand Medical Journal* 102: 337-340 (1989).

Lockhard Risk Management Ltd. Vancouver, BC; IAQ Survey Restaurants, Pubs and Casinos done for Heart & Stroke Foundation of BC and Yukon, Oct. 1995, File 477-11.

Nagda et al. *Airliner Cabin Environment: Contaminant Measurements, Health Risks, and Mitigation Options*. U.S. Dept. of Transportation Report DOT-P-15-89-5, USDOT, Washington, DC, (1989).

National Cancer Institute. *Respiratory health effects of passive smoking: lung cancer and other disorders; The report of the U.S. Environmental Protection Agency*. National Cancer Institute Monograph 4, NIH Publication # 93-3605, National Institutes of Health, Bethesda, MD., August 1993.

National Research Council. *Environmental tobacco smoke - Measuring exposures and assessing health effects*. National Academy Press, Washington, DC, 1986.

National Toxicology Program. *9th Report on Carcinogens 2000*. U.S. Dept. of Health & Human Services, National Institute of Environmental Health Sciences; Research Triangle Park, NC.

Ott WR. Mathematical models for predicting indoor air quality from smoking activity. *Env Health Persp* 107, suppl 2, 375-381 (1999)

Repace JL, Consistency of Research Data on Passive Smoking and Lung Cancer *THE LANCET* (ii): 3 March 1984, p. 506.

Repace JL, Lowrey AH. Indoor Air Pollution, Tobacco Smoke, and Public Health, *SCIENCE* 208: 464 (1980).

Repace JL, Jinot J, Bayard S, Emmons K, and Hammond SK. Air nicotine and saliva cotinine as indicators of passive smoking exposure and risk. *Risk Analysis* 1998; 18: 71-83.

Repace JL. Indoor concentrations of environmental tobacco smoke: models dealing with effects of ventilation and room size. Ch. 3, in: *IARC Scientific Publications no. 81, Environmental Carcinogens - Selected Methods of Analysis - Volume 9 Passive Smoking*; I.K. O'Neill, K.D. Brunnemann, B. Dodet & D. Hoffmann, International Agency for Research on Cancer, World Health Organization, United Nations Environment Programme, Lyon, France, (1987).

Repace JL, Lowrey AH. A Quantitative Estimate of Nonsmokers' Lung Cancer From Passive Smoking, *ENVIRONMENT INTERNATIONAL* 11: 3-22 (1985).

Repace JL, Lowrey AH. Risk Assessment Methodologies in passive smoking-in ?????????????????? lung cancer. *RISK ANALYSIS*, 10: 27-37, (1990).

Repace, J.L. Consistency of research data on passive smoking and lung cancer. *The Lancet* 1: 506 (1984).

Repace, J.L. Workshop Comments on the dramatic changes in recommended outdoor air rates - what are the rational motives and consequences. In: *Healthy Buildings '88, vol 4. Conclusions and recommendations for healthier buildings*. B. Berglund, T. Lindvall, Eds. Swedish Council for Building Research, Stockholm, Sweden, June 1991, p. 132-133.

Repace JL, Ott WR, Klepeis NE. Indoor Air Pollution from Cigar Smoke. In: *Smoking and Tobacco Control Monograph 9. Cigars - Health Effects and Trends*. National Institutes of Health, National Cancer Institute, Bethesda, MD (1998).

Reynolds P, Fontham ETH, Correa P, Wu A, Buffler PA, and Greenberg RS. Occupational Exposure to Environmental Tobacco Smoke. *JAMA* 275: 441-442 (1996).

Samet JM, Wang SS. Environmental tobacco smoke. CH. 10, in: *Environmental Toxicants, Human Exposures and their Health Effects*. M. Lippmann, Ed. John Wiley & Sons, New York, 2000.

Tancrede M, Wilson R, Zeile L, and Crouch EAC. The carcinogenic risk of some organic vapors indoors: a theoretical survey. *Atmospheric Environment* 21: 2187-2205 (1987).

Turner, DB. Workbook of atmospheric diffusion estimates. U.S. EPA, 1970.

U.S. Environmental Protection Agency. Glossary for air pollution control of industrial coating operations, 2nd Ed. EPA-450/3-83-013R, December 1983.

Wadden RA, Scheff PA. Indoor Air Pollution Characterization, prediction, and control. Wiley Interscience, New York, 1983.

Wallace LA. Indoor particles: a review. *J Air Waste Manage Assoc* 46: 98-126 (1996).

Weiss, ST. "Passive smoking and lung cancer - What is the risk?" *American Review of Respiratory Disease* 133: 1-3 (1986).

Wigle DT, Collishaw NE, Kirkbride J, Mao Y. Deaths in Canada from Lung Cancer due to Involuntary Smoking. *CMAJ* 136: 945-951 (1987).

Abkürzungen

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists = amerikanischer Verband staatlicher Arbeitshygieniker
AHA	American Heart Association = Amerikanische Herz-Gesellschaft
ANSI	im Text nirgends ausgeschrieben
ASHRAE	US-Normenbehörde
ave (tiefgestellt)	Average = Durchschnitt
BACT	Best available control technology = bestmögliche Kontrolltechnik
CHD	Coronary heart disease = Herzkrankenerkrankung
CI	Confidence interval = Zufallsfehlerbereich, Vertrauensbereich
EHP	Im Text nicht erklärt
EPA	Environmental Protection Agency = Umweltschutzministerium
ETS	Environmental Tobacco Smoke = Rauchbelastung der Raumluft
HAPS	Hazardous air pollutants = gefährliche Luftschadstoffe
HDDs	Heart disease deaths = Todesfälle durch Herzversagen
HVAC	Heating, ventilation and air conditioning (systems) = Heiz-, Belüftungs- und Klimatisierungssysteme
IAQ	Indoor air quality = Luftqualität in Innenräumen
LAER	Lowest achievable emissions reductions = Reduzierung auf geringstmögliche Emissionen
LCDs	Lung cancer deaths = Todesfälle durch Lungenkrebs
NAAQS	National Ambient Air Quality Standard = US-Norm für Luftqualität
NESHAPS	National Emissions Standard for Hazardous Air Pollutants = US-Emissionsnorm für gefährliche Luftschadstoffe
NRC	National Research Council = Nationaler Forschungsrat
NHANES	Keine Angabe
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health = Bundesinstitut für Arbeitssicherheit und Gesundheit
OSHA	Occupational Safety and Health Administration = Amt für Arbeitssicherheit und Gesundheit
PAH	im Text nirgends ausgeschrieben
PM	Particulate matter = Partikel
RACT	Reasonably achievable control technology = praktisch verfügbare Kontrolltechnik
RCRA	Resource Conservation and Recovery Act = Gesetz zur Erhaltung und Erneuerung von Ressourcen

RSP	Respirable suspended particles = luftgetragene Partikel
SHS	Second-hand smoke = Tabakrauch in Innenräumen
SIDS	Sudden infant death syndrome = plötzlicher Kindstod
TLV	Keine gebräuchliche Abkürzung, auch nicht im Text erklärt.
TSCA	im Text nicht ausgeschrieben

Erklärung US-eigener Bezeichnungen

American Conference of Governmental Industrial Hygienists – *Amerikanischer Verband staatlicher Gesundheitshygieniker*

American Cancer Society – *amerikanische Krebs-Gesellschaft*

American Heart Association – *amerikanische Herz-Gesellschaft*

American Medical Association – *amerikanischer Ärzteverband*

Clean Air Act – *Immissionsschutzgesetz*

Code of Federal Regulations – *Zusammenfassung von Bundesbestimmungen*

Environmental Protection Agency – *Umweltministerium*

Environmental Protection Agency of the State of California – *kalifornisches Umweltministerium*

Federal Occupational Safety and Health Administration – *Bundesamt für Arbeit und Gesundheit*

Health physicist – *Naturwissenschaftler, auf das Gesundheitswesen spezialisiert*

Heart and Stroke Foundation – *Stiftung für Herzkrankheiten und Schlaganfall*

Industrial Ventilation Committee – *Ausschuss für industrielle Belüftung*

Landfill Disposal Regulations – *Bestimmungen zur Abfallbeseitigung in Erdgruben*

National Academy of Sciences – *ationale Akademie der Wissenschaften*

National Ambient Air Quality Standard – *US-Norm für Raumluftqualität*

National Cancer Institute – *nationales Krebsinstitut*

National Institute for Occupational Safety and Health – *nationales Institut für Arbeitssicherheit und Gesundheit*

National Toxicology Program – *nationales Programm für Toxikologie*

Surgeon General – *höchster beamteter Arzt im Gesundheitswesen der USA*

US Department of Labor – *Bundesministerium für Arbeit*