

**Projekt „Ermittlung und Vermittlung von Basisdaten zum
umweltbezogenen Gesundheitsschutz“
finanziert durch das
Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und
Verbraucherschutz**

**Innenraumbelastung
durch flüchtige organische Verbindungen
- VOC -**

Tagung 15.10.03
Redoutensaal Erlangen

W. Mücke (Hrsg.)

Institut für Toxikologie und Umwelthygiene
der Technischen Universität München

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort.....	III
Prof. Dr. W. Mücke	
Innenraumbelastung durch flüchtige organische Verbindungen (VOC) - Bedeutung für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz	1
Dr. E. Uhde	
VOC - Stoffliche Charakterisierung, Quellen und Analytik.....	13
Dr. L. Grün	
Flüchtige organische Verbindungen – VOC Messstrategie und Probenahme	29
Dr. E. Roßkamp	
Hygienische Bewertung von VOC in der Innenraumluft aus der Sicht des Umweltbundesamtes.....	55
Prof. Dr. J. Angerer	
Beurteilung von VOC aus toxikologischer Sicht.....	73
Prof. Dr. H. Drexler	
Individualmedizinische Bewertung der Belastung mit VOC.....	103
Dr. J. Witten	
Gesundheitliche Bewertung der Emissionen von VOC aus Bauprodukten	117
Dr. Fromme	
Risikoerfassung, -bewertung und -abwehr: Aufgaben des öffentlichen Gesundheitsdienstes in Bayern.....	139

Anhang:

**Bayerisches Landesamt für Umweltschutz – Umweltberatung Bayern:
Organische Luftschadstoffe in Innenräumen**

Teil 1: Ein Überblick	167
Teil 2: Probenahme, Messung und Bewertung.....	179
Teil 3: Labore und Sachverständige für Schadstoffunter- suchungen in Innenräumen	197

**Innenraumbelastung durch flüchtige organische
Verbindungen (VOC)
– Bedeutung für den umweltbezogenen
Gesundheitsschutz**

Prof. Dr. Wolfgang Mücke

Institut für Toxikologie und Umwelthygiene
Technische Universität München

2. Annäherung an das Thema

Wie kommt man als Toxikologe und Umwelthygieniker dazu, sich jahrzehntelang mit dem Innenraum zu beschäftigen?

Es war die Erkenntnis,

- dass viele Studien über den Zusammenhang zwischen Luftverunreinigungen und Befindlichkeitsstörungen oder Erkrankungen außer Acht lassen, dass wir uns zu 90 % der Zeit in Innenräumen aufhalten,
- dass Art und Höhe der Exposition gegenüber chemischen, biologischen und physikalischen Größen im Innenraum und in der Außenluft erheblich divergieren können,
- dass die Bewertung der in der Regel komplexen Stoffgemische eine wissenschaftliche Herausforderung darstellt,
- dass wir zunehmend auf dem Weg von der Nachsorge zur Vorsorge sind (ich sehe hier die Architektin Irina Detlefsen von der HVB, die einen Leitfaden für die Errichtung gesunder Bürogebäude erarbeitet hat)
- und schließlich ist es die Tatsache, dass wir bei den Innenräumen von Räumen reden, an deren Luftqualität von den Nutzern hohe Anforderungen gestellt werden. In diesem Zusammenhang ist von großer Bedeutung, dass der Begriff „Innenraum“ weit gefasst ist und gerade hinsichtlich VOC auch Kraftfahrzeuge einschließt (vgl. Mücke, 1984; Mücke et al., 1984).

Heute besteht Konsens darüber, was unter Innenräumen zu verstehen ist (Abb. 1). Es handelt sich um

- Wohnungen mit Wohn-, Schlaf-, Bastel-, Sport- und Kellerräumen, Küchen und Badezimmern
- Arbeitsräume in Gebäuden, die im Hinblick auf gefährliche Stoffe (u.a. Luftschadstoffe) nicht dem Geltungsbereich der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) unterliegen (z.B. Büroräume, teilweise Verkaufsräume)
- öffentliche Gebäude (Bereiche in Krankenhäusern, Schulen, Kindergärten, Sporthallen, Bibliotheken, Gaststätten, Theatern, Kinos und anderen öffentlichen Veranstaltungsräumen)
- das Innere von Kraftfahrzeugen und öffentlichen Verkehrsmitteln

Abb. 1: Definition von „Innenräumen“ (nach UBA 2000 in Anlehnung an den Rat von Sachverständigen für Umweltfragen und die VDI-Richtlinie 4300, Blatt 1)

3. VOC in der Innenraumlufthygiene, Bezüge zur Bioaerosol-Thematik (MVOC)

In der öffentlichen Diskussion werden VOC häufig synonym mit „Innenraumbelastung“ schlechthin gesehen. Hingewiesen sei darauf, dass die Luftqualität in Innenräumen aber durch zahlreiche physikalische Parameter, die Belastung mit Partikeln - insbesondere feinen und ultrafeinen (vgl. Mücke, 2002), anorganischen und organischen Luftverunreinigungen sowie Bioaerosolen bedingt ist. Bioaerosole seien deswegen hervorgehoben, weil sie ganz offensichtlich von zunehmender Bedeutung sind (z.B. Schimmelpilze: Mücke 2002a) und weil sie ein Beispiel für die Verschränkung von chemischen und biologischen Belastungen sind. So zählen zu den VOC auch von Bakterien und Pilzen gebildete flüchtige Verbindungen (MVOC), die in der 3. Auflage unseres Schimmelpilz-Buches vertieft behandelt werden (Mücke und Lemmen, 2004).

Schimmelpilze produzieren nicht nur Partikel (Sporen, Myzelteile) und an Partikel gebundene Stoffe (Mykotoxine), sondern auch gasförmige Emissionen. Diese flüchtigen Verbindungen können einem breiten Spektrum unterschiedlicher chemischer Stoffklassen zugeordnet werden, wie den Alkoholen, Ketonen, Terpenen, Aldehyden etc. Die Toxizität der MVOC ist bisher wenig untersucht. Unklar ist, inwieweit sie beteiligt sind an Reizwirkungen, Atemwegserkrankungen und unspezifischen Beschwerden. Allerdings haben einzelne MVOC sehr niedrige Geruchsschwellen (z.B. Methylisoborneol: 7 ng/m^3) und können somit zur Belästigung beitragen. Verglichen mit Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) aus Materialien (z.B. Teppichböden) sind die Raumluftkonzentrationen der mikrobiellen VOC in der Regel deutlich niedriger. So lagen in unbelasteten Wohnungen die Einzelkonzentrationen von 9 typischen MVOC bei $< 1 - 20 \text{ ng/m}^3$ und die Summe dieser MVOC $< 100 \text{ ng/m}^3$ (Keller et al., 2003). Für 12 der häufig in Innenräumen vorkommenden MVOC liegen Untersuchungen an Säugetierzellen zu allgemeintoxischen Wirkungen vor (Kreja u. Seidel, 2001). Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass die zytotoxischen Wirkungen um mehrere Zehnerpotenzen unter der Zytotoxizität der Vergleichssubstanz Gliotoxin (ein Mykotoxin) lagen. Genotoxische Effekte und Mutagenität konnten bei den untersuchten Einzelsubstanzen nicht nachgewiesen werden.

Eine Sichtung von Literaturdaten zu ausgewählten MVOC ergab, dass in schimmelbelasteten Innenräumen die Raumluftkonzentrationen einzelner MVOC häufig um 2 bis 4 Zehnerpotenzen unterhalb der bislang bekannten Geruchsschwellenwerte bzw. 4 bis 6 Zehnerpotenzen unterhalb der Reizschwellenwerte für Irritationen der Augen- und Nasenschleimhäute liegen (Böck, 2001). Auch unter Berücksichtigung von additiven Wirkeffekten scheint ein relevanter Beitrag von MVOC zu den oben aufgeführten Beschwerden eher unwahrscheinlich. Nach den wenigen bisher vorliegenden toxikologischen Untersuchungen dürften MVOC keinen nennenswerten Beitrag zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen in schimmelbelasteten Wohnungen leisten. Eine Belästigung durch geruchsintensive Komponenten (unterhalb der Schwelle für