

AGÖF - Arbeitsgemeinschaft Ökologischer
Forschungsinstitute (Hrsg.)

Umwelt, Gebäude & Gesundheit

**Innenraumschadstoffe
Fogging und Gerüche**

Ergebnisse des 8. Fachkongresses der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer
Forschungsinstitute (AGÖF) am 19. und 20. September 2007 in Fürth / Bay.

2007

AGÖF – Springe-Eldagsen

In diesem Buch werden die Beiträge des 8. Fachkongresses der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) am 19. und 20. September 2007 in Fürth / Bay. veröffentlicht.

Herausgeber:

Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF)

Geschäftsstelle:

im Energie- und Umweltzentrum am Deister
D - 31832 Springe-Eldagsen

Vorstand der AGÖF

Peter Braun, Martin Duve, Martin Hoffmann

Wissenschaftlicher Beirat:

Peter Braun ALAB GmbH, Berlin
Martin Duve, Indikator GmbH, Wuppertal
Dr. Heidrun Hofmann, Büro für Umwelt, Gesundheit und Raumlufthygiene, Dransfeld
Martin Hoffmann, gföb mbH, Berlin
Jörg Thumulla, AnBUS e.V., Fürth

Redaktion: Sabine Weber-Thumulla

Veranstalter:

Analyse und Bewertung von Umweltschadstoffen (AnBUS) e.V.
Mathildenstraße 48
D - 90762 Fürth

Bibliographische Informationen der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet unter <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-930576-07-4

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung auch von Teilen außerhalb des Urheberrechtgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Autoren, Herausgeber und Verlag, redaktionelle Mitarbeiter und Herstellungsbetriebe haben das Werk nach bestem Wissen und mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Inhaltliche und technische Fehler sind jedoch nicht vollständig auszuschließen. Die Wahl der Rechtschreibregeln lag bei den Autoren.

© 2007 Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V.,
Springe-Eldagsen

Umschlagsgestaltung: Harald Hans Vogel, Fürth
Titelfoto: Burkhard Schulze Darup

Inhaltsverzeichnis

Grußwort des Schirmherrn	9
Vorwort.....	11
I. Ergebnisse des AGÖF-Forschungsprojektes: Erstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft.....	13
Ergebnisse des AGÖF-Forschungsprojekts „Erstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen Verbindungen in der Raumluft“	14
HEIDRUN HOFMANN, ANDREAS MÜLLER, PETER PLIENINGER	
Ergebnisse des 2. und 3. Laborvergleichs der AGÖF „Flüchtige organische Verbindungen“ 2006 und 2007	28
MICHAEL KÖHLER, THOMAS FANGMEYER, DIETER MARCHL, PETER BRAUN, PETER PLIENINGER, NORBERT WEIS	
II. Bewertung von Innenraumschadstoffen.....	35
AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft.....	36
AGÖF-Orientierungswerte für den Hausstaub - Ein Vorschlag für eine Aktualisierung.....	57
JÖRG THUMULLA, WIGBERT MARAUN	
Bewertung von PAK-Belastungen in Innenräumen anhand von Toxizitäts-äquivalenten.....	66
NORBERT WEIS, MICHAEL KÖHLER, CHRISTIAN ZORN	
III. SVOC – Bewertung und Analytik	83
Zur Bedeutung des Flammschutzmittels Tris-(1,3-dichlorpropyl)-phosphat	84
GEORG MEYERS	
Quartäre Ammonium-Verbindungen (QAV) im Hausstaub.....	90
JÖRG THUMULLA, ALBRECHT FRIEDLE	
Der Probenehmer als Schadstoffquelle.....	97
PETER BRAUN, SABINE BECKER, BARBARA KAFADAROĞLU, RUTH CREMER	
IV. Prüfkammeruntersuchungen und VOC-Analytik.....	109
Prüfverfahren zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten Prüfkammer, Prü fzellenuntersuchung, Thermodesorptionstechnik	110
DIETER MARCHL, BARBARA KAFADAROĞLU, PETER BRAUN, RUTH CREMER	
Quantifizierung und Vorkommen von aromatenarmen Kohlenwasserstoffen in der Raumluft.....	125
HELMUT SANTL, MARGIT REINER	

V. Feinstaub und Fogging	131
Thermophorese als Ursache von Schwarzfärbungen an Raumumschließungsflächen („Foggingerscheinungen“) - Theorie und Fallbeispiele.....	132
LOTHAR GRÜN	
Untersuchungen in Klimakammern und realen Innenräumen zum “Phänomen der Schwarzen Wohnungen”	146
M. WENSING, T. SALTHAMMER, T. SCHRIPP, C. FAUCK, P. MEINLSCHMIDT, E. UHDE, H.-J. MORISKE	
Bestimmung der Feinstaubkonzentration feiner und ultrafeiner Partikel in Innenräumen in Abhängigkeit von Außenlufteinflüssen und Quellen im Innenraum	163
MARTIN WESSELMANN, MANFRED SANTEN	
Feinstaubuntersuchungen in „schwarzen“ und „weißen“ Wohnungen Hamburger Studie zur Untersuchung der Feinstaub-Konzentration in Wohnräumen, 2006	167
MARTIN WESSELMANN, MANFRED SANTEN, URSULA FITTSCHEN	
Laborversuche zur Klärung des „Fogging-Phänomens“	183
W. LORENZ, J. HÖLZER, L.W. KROH, H. RICHTER, R. ESBACH	
VI. Gerüche in Innenräumen	195
Analytische Ansätze zur Klärung unspezifischer Geruchsbelastungen in Unterrichtsräumen – ein Erfahrungsbericht.....	196
INA SCHÄFER	
Erhöhte VOC-Konzentrationen nach Anwendung ungeeigneter Baumaterialien, Entwicklung angepasster Sanierungsmaßnahmen zur Reduzierung.....	204
MARTINA CLEMENS-STRÖWER	
Praxisbeispiele von Geruchsquellen in Innenräumen.....	213
Beispiel I: Chloranisole, MVOC und Phenole als Geruchsquellen im Fertighaus.....	213
JÖRG THUMULLA, DORIS SCHÜNEMANN	
Beispiel II: Unangenehme Gerüche nach Teppichverlegung	219
JÖRG THUMULLA	
Linoleum - wie reizend! Sanierung großer Linoleumflächen zur Reduktion von Raumluftbelastungen.....	228
MARTIN HOFFMANN	
Rechtliche Aspekte bei Gerüchen in Innenräumen	237
JOCHEN KERN	
Erstellung einer Richtlinie/Leitfaden zur Bewertung von Gerüchen in Innenräumen.....	242
PETER TAPPLER	

VII. Schimmelpilze in Innenräumen	253
Aussagekraft von Schimmelpilz-Raumluftuntersuchungen Auswertungen der Ergebnisse von drei Ringversuchen des Berufsverbandes Deutscher Baubiologen - VDB e.V.....	254
NICOLE RICHARDSON, ELEK SZABO, THOMAS GABRIO, UWE MÜNZENBERG	
Verteilung der Konzentration luftgetragener keimfähiger Schimmelpilzsporen in Innenraum- und Außenluft bei Nachweis über Filtration	264
THOMAS FANGMEYER, CHRISTIAN ZORN	
Grundsätze der Sanierung von Schimmelpilzschäden	276
UWE MÜNZENBERG	
 VIII. Energie & Raumluftqualität; Luftdichtigkeit & Luftwechsel .	 283
Synergie von Raumluftqualität und Energieeffizienz.....	284
BURKHARD SCHULZE DARUP	
Pilotstudie zur Untersuchung des Luftwechsels in Innenräumen	295
PETER TAPPLER, BERNHARD DAMBERGER, FELIX TWRDIK, KARL MITTERER	
Luftdichtheitsmessungen für gute Raumluft.....	301
STEFANIE ROLFSMEIER	
Erfahrungsbericht Passivhausturnhalle aus Bauherrensicht	309
CHRISTIAN HADASCH	
 Verzeichnis der Autoren	 312

Grußwort des Schirmherrn

Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Sigmar Gabriel

Sehr geehrte Damen und Herren,

der diesjährige Kongress der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute e. V. (AGÖF) greift einen sehr aktuellen Themenbereich – die Qualität der Innenraumluft – auf. Die Bewertung der Innenraumluft und die Verringerung ihrer Verschmutzung ist ein wesentlicher Beitrag zur Umwelt- und Gesundheitsverbesserung.

Energieeinsparung durch innovative Gebäudetechnik und gesunde Innenraumluft müssen gleichzeitig erreicht werden. 80 bis 90 Prozent unserer Zeit verbringen wir in Innenräumen. Dabei sind Emissionen aus Bauprodukten in den Innenräumen eine wesentliche Quelle der Verschmutzung der Innenraumluft. In Deutschland gibt es zwar ein Schema zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten, das Schema des Ausschusses zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB), dennoch ist die gesundheitliche Abschätzung flüchtiger organischer Verbindungen, so genannter „volatile organic compounds“ (VOC), aus zum Beispiel Farben und Lacken in der Raumluft bis heute erst in Ansätzen und nur für wenige Verbindungen gelungen. Aus diesem Grund hat das Bundesumweltministerium während der deutschen EU-Ratspräsidentschaft eine Plattform für einen breiten Erfahrungs- und Informationsaustausch geschaffen, deren langfristiges Ziel es ist, ein europaweit gültiges Konzept zur Reduzierung von Emissionen aus Bauprodukten zu entwickeln.

Das Bundesumweltministerium unterstützt die Bemühungen der AGÖF zur Qualitätssicherung sowie ein Forschungsvorhaben, das dazu beitragen soll, die Daten, die bei Untersuchungen durch AGÖF-Institute erhoben worden sind, zu Vergleichszwecken nutzbar zu machen. Wichtig erscheint mir, dass ein Abgleich mit den Arbeiten der Innenraumluftthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes geschieht. Denn Deutschland sollte über einheitliche Bewertungsstandards verfügen, um für andere europäische Staaten Maßstäbe setzen zu können. Dazu trägt auch die von der AGÖF erstellte VOC-Datenbank bei. Auf die ersten Ergebnisse, die heute hier vorgestellt werden, dürfen wir gespannt sein.



Sigmar Gabriel
Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit



Der Luftwechsel in Innenräumen hat neben seiner enormen energetischen Bedeutung auch einen großen Einfluss auf die Ergebnisse der Messungen von Schadstoffen in der Innenraumluft. Die Luftdichtigkeit von Gebäuden und der Luftwechsel in Innenräumen stehen deshalb im Mittelpunkt eines eigenen Themenblocks dieses Kongresses.

Bei so vielen fundierten Fachbeiträgen ist ein herzlicher Dank für das inhaltliche Engagement an alle Referenten des 8. AGÖF-Fachkongresses mehr als angebracht. Herzlichen Dank auch allen, die sich an der Vorbereitung und Durchführung beteiligt haben. Besonderer Dank gebührt Sabine Weber-Thumulla und dem Team des Kongressbüros.

Für den Vorstand der AGÖF

Peter Braun und Martin Hoffmann

**I.
Ergebnisse des AGÖF-
Forschungsprojektes:**

**Erstellung einer Datenbank
zum Vorkommen
von flüchtigen organischen
Verbindungen
in der Raumluft**

Ergebnisse des AGÖF-Forschungsprojekts „Erstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen Verbindungen in der Raumluft“

Heidrun Hofmann, Andreas Müller, Peter Plieninger

Zusammenfassung

Flüchtige organische Verbindungen (VOC) können ein hygienisches Problem in Innenräumen darstellen. Die Zunahme der in Innenraumprodukten eingesetzten Substanzen hat zu einer größeren Variabilität möglicher Belastungen geführt. Für die Beurteilung von Raumluftbelastungen bieten aktuelle statistische Kenndaten eine wichtige Grundlage.

In einem Forschungsvorhaben der AGÖF wurden über 2500 anlassbezogene Innenraumuntersuchungen von 19 AGÖF-Instituten ausgewertet. Neben den Messwerten wurden Angaben zur Methode und Qualitätssicherung sowie auftrags- und raumbezogene Merkmale erhoben und ausgewertet. Die Daten wurden in einer Datenbank systematisch erfasst, so dass weitere differenzierte Abfragen zu quellen- und nutzungsbezogenen Einflussfaktoren möglich sind.

Für die Beschreibung der Konzentrationsverteilungen von über 300 Einzelstoffen und Summenwerten wurden verschiedene statistische Kenndaten ermittelt. Die Auswertung der Begleitinformationen sowie Vergleiche mit anderen Studien ermöglichen Aussagen zu zeitlichen Veränderungen des Belastungsspektrums und anlassbezogenen Einflussfaktoren. Für die Höhe der VOC-Belastung war in vielen Fällen der Zeitpunkt, wann Renovierungsmaßnahmen durchgeführt wurden, ein wesentlicher Einflussfaktor. Die Datenbasis liefert ein umfassendes Bild zum Vorkommen von VOC in den untersuchten Innenräumen.

Auf der Basis der hier ermittelten statistischen Kenndaten hat die AGÖF ihre Orientierungswerte für die Raumluft aktualisiert und ergänzt.

Einleitung

Die AGÖF bzw. die in der AGÖF zusammengeschlossenen Institute beschäftigen sich seit über 20 Jahren mit der Untersuchung und Bewertung von Innenraumschadstoffen. Es wurden in der Vergangenheit sowohl Konzepte für umwelt- und gesundheitsverträgliche Gebäude und Bauprodukte als auch Qualitätskriterien für die Untersuchung von Innenraumschadstoffen entwickelt. Im Januar 2004 wurde eine umfangreiche Liste mit AGÖF-Orientierungswerten für die Bewertung von Inhaltsstoffen in Raumluft und Hausstaub veröffentlicht (AGÖF 2004).

Im Juli 2007 hat die AGÖF ein Forschungsvorhaben abgeschlossen, in dem die VOC-Konzentrationen aus 2585 Innenraumuntersuchungen aus den Jahren 2002 bis 2006 ausgewertet wurden. Hierbei wurden umfangreiche Informationen über das Vorkommen der 336 untersuchten VOC gewonnenen.

VOC-Belastungen in Innenräumen sind häufig Gegenstand gutachterlicher Fragestellungen.

Die möglichen Auswirkungen einzelner VOC auf die Gesundheit umfassen ein weites Spektrum, das von sensorischen Effekten bei niedrigen Konzentrationen bis hin zu

Ergebnisse des 2. und 3. Laborvergleichs der AGÖF „Flüchtige organische Verbindungen“ 2006 und 2007

***Michael Köhler, Thomas Fangmeyer, Dieter Marchl,
Peter Braun, Peter Plieninger, Norbert Weis***

1. Einleitung

Qualitätssichernde Maßnahmen erlangen zunehmende Bedeutung für die Akzeptanz von Analyseergebnissen im Rahmen von Innenraumuntersuchungen. Bereits die VDI 4300 Blatt 6 „Messstrategie für flüchtige organische Verbindungen“ weist auf die Bedeutung von Laborvergleichsuntersuchungen und Ringversuchen hin. Ringversuche zur Analyse von „organischen Stoffen mit Thermodesorption“ werden durch das BGIA (Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz) angeboten, hierbei werden jedoch Thermodesorptionsröhrchen direkt dotiert, die Probenahme - die neben der Analytik eine entscheidende Einflussgröße auf die Güte des Ergebnisses hat - wird hierbei nicht betrachtet. Erst seit dem Sommer 2007 werden bei der BGIA auch Ringversuche mit aktiver Probenahme auf Thermodesorption angeboten.

Die Erfassung flüchtiger organische Verbindungen (englisch: volatile organic compounds, VOC) kann zudem mit unterschiedlichen analytischen Verfahren erfolgen: Üblich sind Thermodesorptionsverfahren mit dem Adsorptionsmedium Tenax, aber auch Aktivkohle-basierte Verfahren mit unterschiedlich polaren Lösemitteln als Desorptionsmittel. Eine Zusammenstellung verschiedener grundsätzlicher Methoden findet sich in Anhang C der VDI 4300 Blatt 6, übliche Verfahren hierbei werden in der VDI 2100 Blatt 2 und 3 bzw. DIN ISO 16000-6 beschrieben. Ergänzt wird hier häufig eine Untersuchung der Raumluft auf weitere Aldehyde und Ketone entsprechend DIN ISO 16000-3, insbesondere da hier die flüchtigeren Aldehyde gut erfasst werden können.

Bereits 2004 hat die AGÖF eine erste Vergleichsuntersuchung für VOC, bei der bereits Probenahme und unterschiedliche analytische Verfahren bedacht wurden, durchgeführt und die Ergebnisse veröffentlicht (Köhler M, 2005). Im folgenden werden nun die Ergebnisse des zweiten und dritten Laborvergleichs aus den Jahren 2006 und 2007 dargestellt.

2. Durchführung der Laborvergleiche

Eine erneute Durchführung der Laborvergleichsuntersuchungen erfolgte in 2006 und 2007. Der Vergleich der Erfassung flüchtiger organischer Verbindungen in der Raumluft sollte bewusst praxisnah erfolgen. Hierzu wurde ein Tagungsraum gleichzeitig von den jeweiligen Teilnehmern des Laborvergleichs beprobt. Der Tagungsraum bildet den größten Raum in einem Passivhaus, das üblicherweise über eine Lüftungsanlage belüftet wird. Eine Lüftung durch Fenster bzw. Terrassentüren ist zusätzlich möglich. Als Baustoffe des Hauses bzw. zur Einrichtung des Raumes wurden verschiedene Materialien auf Basis nachwachsender Rohstoffe verwendet (OSB-Platten, Linoleum, Leimbinder), leicht erhöhte Konzentrationen mit Aldehyden und Terpenen werden im ungelüfteten Zustand daher erwartungsgemäß nachgewiesen.

Zur Vorbereitung des Laborvergleichs wurde die Lüftungsanlage ca. 12 Stunden vor Beginn des Laborvergleichs abgeschaltet. Beginnend am Abend vor dem Laborabgleich wurden Substanzen in einer methanolischen Lösung dem Raum über eine Dosierpumpe zudotiert (Abbildung 1 zeigt eine Liste der dotierten Substanzen). Für eine gute Durch-

AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft

Im Frühjahr 2004 wurden der Öffentlichkeit erstmals AGÖF-Orientierungswerte vorgestellt. Damals wurden für 230 Substanzen Orientierungswerte zur Beurteilung von Belastungen in der Raumluft und im Hausstaub veröffentlicht. Zahlreiche Anregungen haben die AGÖF seit dieser Zeit erreicht, so auch auf dem 2005 in Bremen veranstalteten AGÖF-Fachkolloquium „Innenraumstandards“.

Orientierungswerte, die auf statistisch ausgewerteten Daten beruhen, bedürfen einer regelmäßigen Überarbeitung. Die AGÖF legt nun eine überarbeitete Fassung der AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Substanzen vor. Die neuen Orientierungswerte beruhen auf einem aktualisierten Datenpool aus den Jahren 2002 bis 2006, der im Rahmen des Forschungsprojekts „Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Innenraumluft“ erstellt wurde. Entsprechend der Anregungen wurde die statistische Datenbasis deutlicher dargestellt und von den zusätzlichen empfehlenden und bewertenden Angaben getrennt.

Die Spalte „Hinweise“ wurde – dort, wo vorhanden – um toxikologische Richtwerte ergänzt.

Des Weiteren fügt die AGÖF nun eine Spalte hinzu, in der zusätzliche Empfehlungen zur Bewertung einzelner Verbindungen oder Verbindungsgruppen gegeben werden.

Allgemeine Hinweise zur Bewertung von Innenraumbelastungen

Untersuchungen von Innenräumen werden aus den unterschiedlichsten Anlässen durchgeführt. Eine Kategorisierung dieser Anlässe wurde für das oben genannte Forschungsprojekt durchgeführt. Es wurden sechs Kategorien gebildet, um die Anlässe der Untersuchung aus Sicht des Auftraggebers zu beschreiben (Abklärung von Gesundheitsbeschwerden, reine Prävention, Belästigung durch Gerüche, Expositionsverdacht, juristische Motive, Transfer der Immobilie). In der Praxis liegen den Untersuchungsanlässen unterschiedliche und teilweise sehr komplexe Einzelfragestellungen zugrunde. Dominierende Anlässe sind gesundheitliche Beeinträchtigungen und Geruchsbelastungen. Eine wesentliche erste Aufgabe des Gutachters ist es daher, in Abstimmung mit dem Auftraggeber die Aufgabenstellung der Untersuchung zu definieren, die schließlich seine Messstrategie bestimmen wird. Hierbei ist auch zu bedenken, welche Möglichkeiten der Bewertung nach Gewinnung analytischer Ergebnisse zur Verfügung stehen.

Zur Bewertung flüchtiger organischer Verbindungen (VOC)¹ haben vor allem zwei Arten von Bewertungsmaßstäben Bedeutung erlangt:

- toxikologisch abgeleitete Bewertungskonzepte,
- statistisch abgeleitete Bewertungskonzepte.

Beide Bewertungskonzepte beruhen auf Konventionen.

¹ Die AGÖF verwendet hier eine etwas erweiterte VOC-Definition, es werden alle mit den in Kapitel 3 genannten analytischen Verfahren ermittelbaren Substanzen in erster Näherung als flüchtig definiert, ungeachtet ob sie den WHO-Konventionen gemäß eher als „very volatile“, „volatile“ oder „semi-volatile“ zu bezeichnen wären.

AGÖF-Orientierungswerte für den Hausstaub - Ein Vorschlag für eine Aktualisierung

Jörg Thumulla, Wigbert Maraun

Einleitung

Im Jahre 2004 wurden die AGÖF-Orientierungswerte für Inhaltsstoffe von Raumluft und Hausstaub vorgestellt. Schwerpunkt der Richtwertaktualisierung der AGÖF der letzten Zeit war die Aktualisierung der Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen (VOC). Ebenso wie die Aktualisierung der VOC-Werte ist aber auch eine regelmäßige Überarbeitung der Staubwerte notwendig, um diese an Veränderungen des Expositionsspektrum im Laufe der Jahre anzupassen (Hott 2004). Zudem erlaubt eine Aktualisierung die Berücksichtigung von Kritikpunkten, insbesondere bezüglich der Nachvollziehbarkeit der statistischen Ableitung sowie der Vergleichbarkeit der Aufarbeitungs- und Analyseverfahren. Aus zeitlichen Gründen konnte die vorgestellten Orientierungswerte noch nicht in den Gremien abgestimmt werden, so dass diese zunächst als Vorschlag der Verfasser erscheinen.

Gründe für Hausstaubuntersuchungen

Eine Vielzahl von Schadstoffen in Gebäuden entstammen dem mittel- bis schwerflüchtigen Bereich und kommen daher im Wesentlichen partikelgebunden im Innenraum vor. Beispiele hierfür sind die mehrkernigen PAK (polyaromatische Kohlenwasserstoffe), Pyrethroide wie Permethrin oder TRIS-Phosphate wie Tris(2-chlorethyl)phosphat (TCEP) oder Tris(2-butoxyethyl)phosphat (TBEP). Der Nachweis derartiger Stoffe im Innenraum über Raumluftmessungen erfordert jeweils spezialisierte Aufarbeitungen für einzelne Stoffgruppen. Ein negativer Befund aus der Analyse einer Raumluftprobe gibt noch keinen Ausschluss der betreffenden Substanz für den beprobten Raum. Die Untersuchung von Hausstaub ist ein einfaches Screeningverfahren, um Belastungen mit schwerer flüchtigen organischen Substanzen in Innenräumen detektieren zu können. Sie dient dem Überprüfen bzw. des Nachweises von Verdachts-substanzen, der Feststellung von Auffälligkeiten und bietet wertvolle Aussagen im Bereich der Sanierungskontrolle. Darüber hinaus dient sie der Expositionsbeurteilung, weil in Räumen, die von Kleinkindern genutzt werden, die Staubaufnahme über den Hand zu Mund Kontakt eine wesentliche Rolle spielen kann. Letztendlich bietet sie die Möglichkeit eines Umweltmonitorings, um die Freisetzung neuer technischer Substanzen im Innenraum- und Wohnbereich zu verfolgen und neue potentielle Problem-substanzen entdecken zu können (ARGUK 2005).

Probenahme und Partikelgröße

Die Probenahme von Hausstaub ist in der VDI-Vorschrift 4300, Blatt 8 beschrieben. Das Standardverfahren geht von einem Staub aus, der nach einer Grundreinigung der Wohnung über einen Zeitraum von sieben Tagen in der Wohnung anfällt und dann mittels handelsüblichem Staubsauger von der frei begehbaren Bodenfläche in einen neuen Staubsaugerbeutel gesaugt wird. Für die Aufarbeitung der Hausstaub-Proben trifft die VDI-Richtlinie keine Empfehlungen. In der Praxis werden unterschiedliche Verfahren angewendet:

- Gesamtstaub bzw. Fraktion < 2 mm,
- Feinstaubfraktion < 63 µm,

Bewertung von PAK-Belastungen in Innenräumen anhand von Toxizitätsäquivalenten

Norbert Weis, Michael Köhler, Christian Zorn

Einleitung

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (kurz PAK oder aus dem Englischen PAH = Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) sind ubiquitär vorkommende Stoffgemische, die aus bis zu mehreren hundert Verbindungen bestehen können. Die Toxizität der PAK-Gemische hängt entscheidend von ihrer Zusammensetzung ab, da die einzelnen Verbindungen unterschiedliche Toxizitäten aufweisen. Im Innenraum können in Abhängigkeit von der PAK-Quelle und den baulichen Gegebenheiten Belastungen mit eher leichtflüchtigen oder eher schwerflüchtigen PAK bestehen. Es ist jedoch auch möglich, dass PAK-Verbindungen aus dem gesamten Flüchtigkeitspektrum in ähnlicher Größenordnung nachgewiesen werden. Dies gestaltet die vollständige Bewertung einer PAK-Belastung in Innenräumen schwierig.

Üblich ist zumeist die Erfassung der sogenannten 16 EPA-PAK, wobei als bewertungsrelevanter Leitparameter zumeist Benzo[a]pyren (BaP) hervorgehoben wird. Dieses aus Überlegungen des Umwelt- und Arbeitsschutzes entlehnte Vorgehen versagt jedoch insbesondere in den Fällen, in denen kein BaP als Emission einer Quelle nachgewiesen wird, obgleich die Quelle andere PAK emittiert.

Das Bremer Umweltinstitut schlägt daher ein Verfahren vor, welches alle 16 EPA-PAK, gewichtet nach toxikologischer Relevanz, in die Bewertung mit einschließt (vgl. auch Zorn et al., 2005). Der Vorschlag stellt ein praxisnahes Konventionsverfahren dar.

Allgemeines zu PAK

PAK sind ubiquitär vorkommende Stoffgemische, die aus bis zu mehreren hundert Verbindungen bestehen können. Sie bilden eine Stoffgruppe von organischen Verbindungen, die aus mindestens zwei miteinander verbundenen (annellierten) Benzolringen bestehen. Man spricht auch von kondensierten Ringsystemen.

Diese ringförmigen Kohlenwasserstoffe können zudem zusätzlich mit Substituenten (häufig Methylgruppen) versehen sein. Aber auch Derivate mit Heteroatomen (vorrangig Sauerstoff und Stickstoff) in Form von Aldehyd-, Keto-, Carboxyl- und Nitrogruppen aber auch Heteroaromaten zählt man zu den PAK. Dadurch ergibt sich ein großer Variantenreichtum innerhalb der Gruppe der PAK.

Wegen ihrer Persistenz, ihrer Toxizität und ihrer ubiquitären Verbreitung haben PAK eine große Bedeutung als Schadstoffe in der Umwelt.

PAK sind überwiegend neutrale, unpolare Feststoffe und bilden farblose, leicht gelbliche oder grüne Kristalle. Viele zeigen Fluoreszenz. PAK sind nur sehr gering wasserlöslich. Wegen der unterschiedlichen toxikologischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften werden PAK häufig in niedermolekulare PAK (2-3 Ringe) und höhermolekulare PAK (4-6 Ringe) eingeteilt. Mit zunehmender Anzahl Ringe bzw. mit zunehmender Molekülgröße sind PAK schwerer flüchtig und schwerer löslich in Wasser.

Höhermolekulare PAK mit vier und mehr Ringen sind in der Innenraumluft ebenso wie in der Außenluft überwiegend bis vollständig an (Feinstaub-)Partikel gebunden und

Zur Bedeutung des Flammschutzmittels Tris-(1,3-dichlorpropyl)-phosphat

Georg Meyers

Einleitung

Zur Herabsetzung der Entflammbarkeit werden Kunststoffe und Textilien mit Flammschutzmitteln (FSM) ausgerüstet. FSM erhöhen die Entzündungstemperatur und verzögern somit die Ausbreitung von Bränden. Viele Bauprodukte würden ohne FSM den Anforderungen des Brandschutzes nicht genügen und somit keine Zulassung erhalten. Auf Flammschutzmittel kann daher nicht verzichtet werden.

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Unterteilung von Flammschutzmittel mit einem Gesamtverbrauch von 360.000 Tonnen für den Verbrauch in Westeuropa von 1998:

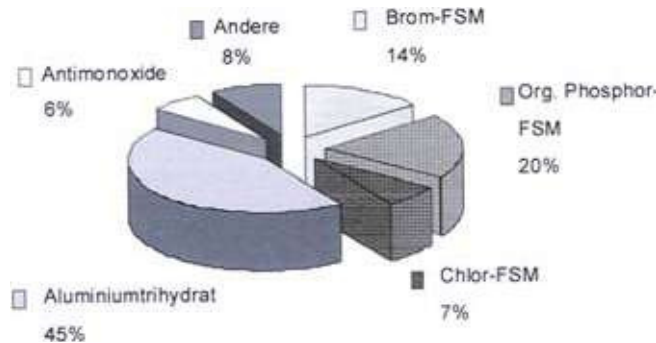


Abb. 1: Unterteilung von Flammschutzmitteln (Metzger, J. und Möhle, 2001)

Eine wichtige Gruppe sind Organische Phosphorverbindungen, sog. Trialkylphosphate. Trialkylphosphate sind Ester der Phosphorsäure. Man setzt Phosphorsäureester auch als Pestizide für die Landwirtschaft ein, da sie über eine sehr hohe Wirkkraft verfügen und im Boden wieder hydrolysieren. Persistent sind hingegen die für den Flammenschutz eingesetzten halogenierten Trialkylphosphate. Von besonderem Interesse sind dabei Tris-(2-chlorethyl)-phosphat (TCEP), Tris-(2-chlorpropyl)-phosphat (TCPP) und Tris-(1,3-dichlorpropyl)-phosphat (TDCP).

Dieser Beitrag widmet sich dem zweifach chlorierten Tris-(1,3-dichlorpropyl)-phosphat (TDCP), CAS-NR 13674-87-8, das seit den 60er Jahren als Flammschutzmittel eingesetzt wird.

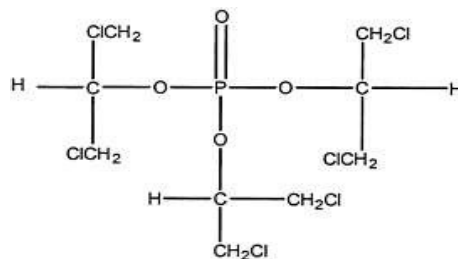


Abb. 2 : Struktur des Phosphorsäure-tri-esters TDCP

Quartäre Ammonium-Verbindungen (QAV) im Hausstaub

Jörg Thumulla, Albrecht Friedle

Einleitung

Quaternäre Ammoniumverbindungen (QAV) sind eine wirtschaftlich bedeutende Klasse von Industriechemikalien und gehören zur Gruppe der Tenside. Sie sind also Stoffe mit oberflächenaktiver Wirkung, die in ihrem Molekül eine hydrophobe (wasserabweisende) Alkylkette und eine hydrophile (wasserlösliche) Gruppe vereinen. Primäres Merkmal der Verbindungen ist ein quartäres Stickstoff-Atom, bei dem die vier Wasserstoffatome der Ammoniumgruppe durch organische Reste, meist mehr oder weniger langer Alkylketten, ersetzt worden sind.

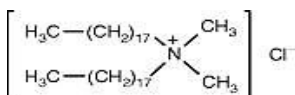


Abb.1: Struktur einer QAV am Beispiel vom Distearyltrimethylammoniumchlorid (Römpp 2007)

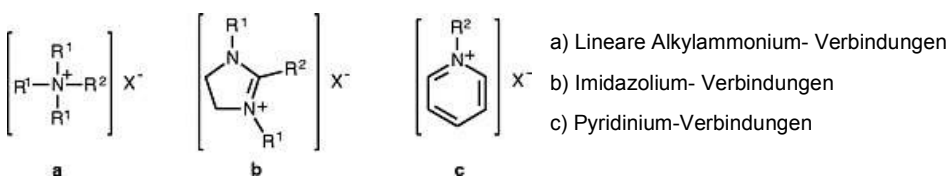


Abb. 2: Unterschiedliche QAV (Römpp 2007)

QAV gehören zu den kationischen Tensiden. Tenside reichern sich an den fetthaltigen Zellmembranen lebender Organismen an und können so die normalen Funktionen der Zellmembranen beeinträchtigen. Aufgrund dieser Eigenschaft wirken vor allem die kationischen Tenside als Biozide und werden als Pflanzenschutzmittel und Desinfektionsmittel, in human- und veterinärmedizinischen Produkten, als Zusätze bei technischen Anwendungen (Asphalt, Zusätze in Farben, Lacken, Flussmittel) und auch in kosmetischen Pflegeprodukten eingesetzt. (Uhl et al. 2005).

Produkte, die Benzalkoniumchloride und Dialkyldimethylammoniumchloride enthalten, werden beispielsweise als Antischimmelmittel in unterschiedlichen Zubereitungen und Größen in Supermärkten, Drogeriemärkten und Baumärkten angeboten. Schätzungen zufolge entfallen der Großteil des Einsatzes jedoch auf Weichspüler, Pflegeprodukte, Textilhilfsmittel und nur ein geringer Anteil auf Reinigungsmittel, Desinfektionsmittel und Schutzmittel für die Industrie. (Uhl et al. 2005).

Die Toxizität der QAV ist unter anderem von der Länge und Verzweigung der Alkylketten abhängig. Allgemein sinkt bei QAV mit längeren Alkylketten die Abbaubarkeit. Gemische von kationischen und anionischen Tensiden sind bis zu 100fach geringer toxisch als vergleichbare Einzelsubstanzen. (Uhl et al. 2005).

Die quartären Ammonium- Verbindungen gelten für den Menschen als akut nur wenig toxisch. Es ist jedoch zu bedenken, dass sie die Durchlässigkeit der Membranen gegenüber anderen organischen Substanzen erhöhen, da sie die zum Schutz dienenden Wasser-Lipid-Membranen der äußeren Haut schädigen und somit die Resorptionsverfügbarkeit von toxischen Stoffen entscheidend beeinflussen.

Der Probenehmer als Schadstoffquelle

*Peter Braun, Sabine Becker,
Barbara Kafadaroglu, Ruth Cremer*

Einführung

Die Probenahme ist ein qualitätsbestimmender Schritt bei Schadstoffmessungen in Innenräumen. Nur auf der Basis einer fehlerfreien Probenahme können korrekte Analyseergebnisse erzielt werden. Fehler bei der Probenahme können im Nachhinein im Labor meist nicht erkannt und nicht korrigiert werden. Sie haben häufig unmittelbare Auswirkungen auf die Analyseergebnisse und damit auf das Gesamtergebnis eines Gutachtens.

Die Bedeutung möglicher Fehlerquellen bei der Probenahme ist also kaum zu überschätzen. In Regelwerken wie der Richtlinienreihe 4300 des VDI, die sich mit der Untersuchung von Innenraumluftverunreinigungen beschäftigen, wird daher der Probenahmestrategie, der Probenahmetechnik und der Qualitätssicherung bei der Probenahme breiter Raum eingeräumt. Hinweise darauf, dass der Probenehmer möglicherweise selbst Schadstoffe in den zu untersuchenden Raum einträgt und welche Maßnahmen geeignet sind, diese Einflüsse zu minimieren, finden sich hier allerdings nicht.

Wohl aber taucht in der VDI-Richtlinie 4300 Blatt 1 „Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Allgemeine Aspekte der Meßstrategie“ der Mensch in der Liste der Quellen von Luftverunreinigungen in Innenräumen an erster Stelle auf. Durch Atmung, Transpiration, Verdauung, Ausscheidungsvorgänge, Haarausfall und Hautabschilferungen emittiert der Mensch danach neben Kohlendioxid und Wasserdampf körpereigene Geruchsstoffe, Darmgase, Bakterien, Viren und allergenen Staub.

Neben diesen körpereigenen Emissionen kann ein Probenehmer die Raumluft mit leicht- und schwerflüchtigen organischen Verbindungen z.B. aus Parfüms, Seifen, Cremes, Schuhcreme und anderen Produkten der Körper- und Kleidungspflege zusätzlich belasten. Schließlich können auch Gerätschaften, die zur Probenahme benötigt werden, selbst Quellen für VOC darstellen.

Der Mensch als Quelle flüchtiger organischer Verbindungen

In der einschlägigen Literatur finden sich nur vergleichsweise wenige Arbeiten über menschliche Ausdünstungen als Ursache flüchtiger organischer Verbindungen in Innenräumen.

Wang (1975) untersuchte die Korrelation zwischen der von Menschen in einem Klassenzimmer verursachten Geruchsintensität und der CO₂-Konzentration sowie der Menge an flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft. Er stellte fest, dass es sich bei den vier der Menge nach dominierenden flüchtigen organischen Verbindungen in den Körperausdünstungen um Aceton, Buttersäure, Ethanol und Methanol handelt. Weiterhin wurden als wichtige Komponenten der Körperausdünstungen, die sich in der Innenraumluft in relevanten Konzentrationen finden, die folgenden Stoffe festgestellt: Acetaldehyd, Alkylalkohol, Essigsäure, Amylalkohol, Diethylketon und Phenol. Insgesamt wurden durchschnittlich 14,8 mg/h an flüchtigen organischen Substanzen je Person freigesetzt.

Fenske und Paulson (1999) bemerken, dass Menschen besonders in dichtbevölkerten Räumen u.U. als Hauptemissionsquelle für VOC zu betrachten sind. Auch Johansson (1999) konnte bei der Analyse in Klassenräumen nachweisen, dass bei Anwesenheit von

Prüfverfahren zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten

Prüfkammer, Prü fzellenuntersuchung, Thermodesorptionstechnik

Dieter Marchl, Barbara Kafadaroglu, Peter Braun, Ruth Cremer

Einleitung

Die Untersuchung von Baumaterialien und Einrichtungsgegenständen ist ein wichtiger Bestandteil bei der Beurteilung von Schadstoffen im Innenraum. Mit zunehmendem Einsatz verschiedenster Substanzen nehmen auch die Analyseverfahren für Materialuntersuchungen zu. Extraktionen mit verschiedenen Lösemitteln oder thermischer Art und vor allem Prüfkammeruntersuchungen sollen dazu beitragen, die Schadstoffbelastung in Innenräumen festzustellen und zu minimieren.

Altlasten wie PCB oder Holzschutzmittel aus Anwendungen, die oft schon Jahrzehnte zurückliegen, können aufgespürt werden, wie auch Lösemittlemissionen aus kürzlich erfolgten Renovierungen. Durch Produktuntersuchungen vor dem Verkauf werden Möglichkeiten geschaffen, Belastungen der Innenraumluft erst gar nicht entstehen zu lassen.

Dieser Beitrag soll einen Überblick über die verschiedenen Verfahren geben, gesetzliche Regelungen und Gütesiegel anführen, sowie die Problematik der Vergleichbarkeit unterschiedlicher Materialuntersuchungen aufzeigen.

Es geht um Materialprüfungen, die eine Prüfkammeruntersuchung vorschreiben, eine Beschreibung des AgBB-Schemas, Zulassungskriterien des DIBt, in denen dieses bereits angewandt wird sowie um Vergleiche einzelner Prüfkriterien bei Untersuchungen für Gütesiegel. Eine Projektgruppe des DIBt hat diese Zulassungskriterien des DIBt überarbeitet und präzisiert. Die Projektgruppe gab auch Empfehlungen an den AgBB, um dieses Schema weiterzuentwickeln.

Beschreibung von Prüfverfahren

Lösemittlextraktion

Zum Nachweis von Innenraumschadstoffen wird die Lösemittlextraktion hauptsächlich dann angewendet, wenn es um die Bestimmung von Konzentrationen in Materialien geht. Vorwiegend geht es dabei um relativ schwerflüchtige Substanzen wie PCB in Dichtungsmassen, Holzschutzmittel in Deckenbalken oder PAK in Teerklebern, um nur einige Beispiele zu nennen. Aber auch die klassische Perforator-Methode zur Bestimmung von Formaldehyd in Holzwerkstoffen ist eine Lösemittlextraktion.

Die Extraktion von organischen Verbindungen aus Materialien mittels Lösemittel kann zur Quellensuche und -identifizierung von Innenraumschadstoffen eingesetzt werden. Eine Abschätzung des Gefährdungspotentials durch Vergleich mit Richtwerten ist unter Umständen möglich. Direkte Rückschlüsse auf Raumluftkonzentrationen können nur stark eingeschränkt gezogen werden.

Thermoextraktion

Mit zunehmender Anwendung der Thermodesorptionstechnik in der Analytik fand auch die sogenannte Thermoextraktion Eingang für Materialuntersuchungen. Dabei werden in

Quantifizierung und Vorkommen von aromatenarmen Kohlenwasserstoffen in der Raumluft

Helmut Santl, Margit Reiner

Zusammenfassung

Die IRK/AOLG Adhoc AG hat im Jahr 2005 innenraumspezifische Richtwerte für genau definierte aromatenarme Kohlenwasserstoffmischungen erlassen. Die bestehenden Möglichkeiten zur Quantifizierung dieser Mischungen sind teilweise sehr zeitaufwendig und mit großen Unsicherheiten behaftet. Es wurde ein Auswerteverfahren entwickelt, das eine korrekte Quantifizierung von aromatenarmen Kohlenwasserstoffmischungen ermöglicht und mittels definierter Referenzstandards validiert. Aktuelle Untersuchungsergebnisse belegen die Bedeutung einer korrekten Quantifizierung, da in zahlreichen Fällen Richtwertüberschreitungen vorliegen.

Einleitung

In den letzten zehn Jahren häuft sich der Nachweis von komplexen Kohlenwasserstoffgemischen in der Innenraumluft an. Im Jahr 2005 wurden von Sagunski und Mangelsdorf im Namen der IRK/AOLG Adhoc AG Richtwerte für aromatenarme Kohlenwasserstoffgemische von Nonan bis Tetradecan in der Innenraumluft in Höhe von 2000 µg/m³ (Richtwert II) und 200 µg/m³ (Richtwert I) abgeleitet und publiziert [1]. Um die Einhaltung dieser Richtwerte überprüfen zu können, ist eine zuverlässige Methode zur quantitativen Bestimmung dieser Verbindungsgruppe erforderlich.

Stoffcharakterisierung

Bei den aromatenarmen Kohlenwasserstoffen handelt es sich um komplexe Gemische mit unterschiedlichen Anteilen an aliphatischen und alicyclischen Kohlenwasserstoffen. Der Anteil an Aromaten liegt definitionsgemäß unter 1%, in der Regel sogar bei kleiner 100 ppm. Die einzelnen technischen Gemische weisen unterschiedlichste Siedebereiche auf und setzen sich aus einer Vielzahl (bis zu 150) Einzelverbindungen zusammen. Die oben angeführten Innenraumrichtwerte beziehen sich insbesondere auf nachfolgend angeführte aromatenarme Kohlenwasserstoffgemische [1]:

Entaromatisiertes Testbenzin 1 (CAS-Nr.: 64742-48-9) bezeichnet verschiedene technische Mischungen mit unterschiedlichen Siedebereichen, die im deutschsprachigen Raum u.a. unter folgenden Handelsnamen vertrieben werden: Exxsol D40 und D60, Shellsol D40 und D60, Shellsol DSC, Cobersol E 40 und E60 sowie Entaromatisierter Kohlenwasserstoff D40 und D60.

Entaromatisiertes Testbenzin 2 (CAS-Nr.: 64742-47-8), auch als leichtes hydrogeniertes Naphtha-destilat bezeichnet, umfasst verschiedene technische Mischungen mit vergleichsweise höheren Siedebereichen, wie z.B.: Exxsol D80 und D100, Shellsol D70, D100 und D100S, Cobersol E70, E80, E85, E100 E102, E105 sowie Entaromatisierter Kohlenwasserstoff D80 und D100.

Bei beiden Stoffgruppen handelt es sich um Mischungen aus n-Alkanen, verzweigten Alkanen und einem relativ hohen Anteil an alicyclischen Kohlenwasserstoffen, insbesondere alkylierter Cyclohexane. Etliche unter der CAS-Nr. 64742-47-8 angeführte Handelsprodukte weisen Siedebereiche oberhalb des Siedepunktes von n-Tetradecan auf (siehe auch Abb.1 und Tab 1).

Thermophorese als Ursache von Schwarzfärbungen an Raumumschließungsflächen („Foggingerscheinungen“) - Theorie und Fallbeispiele

Lothar Grün

1 Einleitung

Von dem Phänomen „Schwarzfärbungen“ oder von „Foggingerscheinungen“ spricht man, wenn Wand- und Deckenflächen sowie Einrichtungsgegenstände plötzlich schwarz werden [1-5]. Das Phänomen tritt in aller Regel während der Heizperiode auf. Die sichtbaren Verfärbungen werden durch eine verstärkte Abscheidung von Partikeln an den Oberflächen hervorgerufen. Trotz intensiver Bemühungen und Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet [5, 6] ist es bislang nicht gelungen, ein universelles Erklärungsmodell für die Verschmutzung von Wandflächen durch Partikelablagerung zu finden.

2 Theoretische Grundlagen und geläufige Erklärungsmodelle

In den Abbildungen 1 und 2 sind Klebefilmabrissproben von Oberflächen mit deutlich sichtbaren Schwarzfärbungen exemplarisch dargestellt. Den Aufnahmen ist zu entnehmen, dass in Abbildung 1 sehr viele und sehr kleine Partikel (geometrischer Durchmesser $< 1 \mu\text{m}$) unter dem Mikroskop sichtbar sind. Es sind keine oder nur sehr wenige größere Partikel (geometrischer Durchmesser: 1-20 μm) vorhanden.

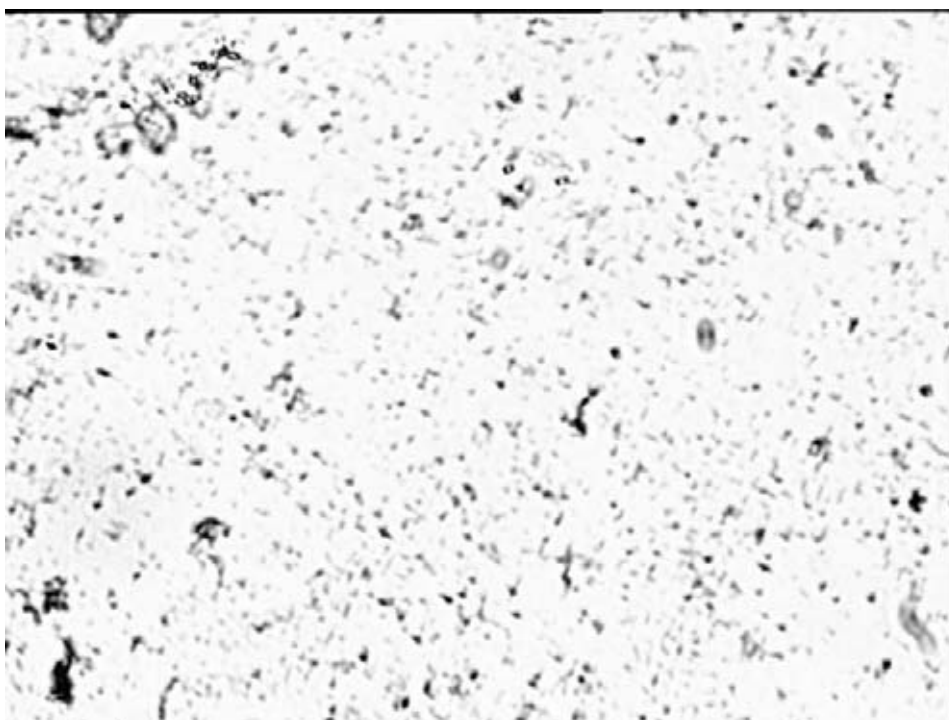


Abb 1: Klebefilmprobe von schwarz-verfärbter Oberfläche (ca. 1000fach vergrößert)

Untersuchungen in Klimakammern und realen Innenräumen zum “Phänomen der Schwarzen Wohnungen”

**M. Wensing, T. Salthammer, T. Schripp, C. Fauck,
P. Meinschmidt, E. Uhde,**

Fraunhofer Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI) Material Analysis & Indoor Chemistry
(MAIC), Braunschweig, Germany

H.-J. Moriske

Umweltbundesamt, Berlin

Vortragsfolien

8. AGÖF-Fachkongress 19. – 20. September 2007 Wensing et al.: „Schwarze Wohnungen“

These:

Großflächige oder lokale Schwarzfärbungen sind normale Prozesse und lassen sich auf der Zeitachse von Jahren in jeder Wohnung beobachten.

Man spricht vom „*Phänomen der Schwarzen Wohnungen*“, wenn diese Prozesse ungewöhnlich schnell, d.h. innerhalb von Tagen bis Wochen ablaufen.

Die physikalischen und chemischen Ursachen sind auf beiden Zeitachsen identisch.



Quelle: Wikipedia

Vorstellung des laufenden Forschungs- und Entwicklungsvorhaben
Bestimmung der Feinstaubkonzentration feiner und
ultrafeiner Partikel in Innenräumen in Abhängigkeit
von Außenlufteinflüssen und Quellen im Innenraum

*gefördert im Auftrag des Umweltbundesamtes im Rahmen
des Umweltforschungsplanes – FKZ 206 61 200*

Für die ARGE Feinstaub Hamburg / Berlin

Martin Wesselmann, Manfred Santen

Vorbemerkungen

Als Basis für die gesundheitliche Bewertung von Feinstaub-Konzentrationen wird derzeit der Massengehalt der in der Probenluft vorhandenen Partikel mit einem Durchmesser $< 10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) bestimmt. Die Richtlinie des Europäischen Rates 99/30/EG legt fest, dass ab 1. Januar 2005 der 24h-Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} beträgt. Dieser Wert darf nicht öfter als 35mal im Jahr überschritten werden, im Jahresmittel darf eine PM_{10} -Konzentration von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschritten werden. Die genannten Richtwerte beziehen sich explizit auf die Außenluft.

Die Fraktion der Staubteilchen, die über den Kehlkopf hinaus in den Brustkorb gelangt, wird als thorakale Fraktion bezeichnet. Die enthaltenen Partikel mit Korngrößen von $< 10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) können sich an den Atemwegen und in der Lunge ablagern und zu gesundheitlichen Problemen führen (Asthma, Bronchitis, Silikose, Lungenkrebs etc.). Die Fraktion der Staubteilchen, die bis in die Lungenbläschen gelangen können, wird als alveolengängige Fraktion bezeichnet. In der Innenraumdiagnostik werden darunter in der Regel sehr kleine Partikel mit Durchmessern von $< 2,5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$) zusammengefasst. Im Arbeitsschutz sind mit der alveolengängigen Fraktion Partikel mit Korngrößen $< 4 \mu\text{m}$ (PM_4) gemeint. In der Diskussion ist eine Ausweitung der gesetzlichen Regelungen auf Partikel der Fraktion $\text{PM}_{2,5}$, da den kleineren Partikeln eine höhere gesundheitliche Relevanz als zugeordnet wird.

Die aktuelle Feinstaubdiskussion beschränkt sich zumeist auf den Bereich Außenluft und insbesondere auf Fragen schädigender Auswirkungen durch den Straßenverkehr. In den letzten Jahren wurden auch erste Daten bezüglich Feinstaubbelastungen in bewohnten Innenräumen publiziert^{1,2,3,4}. Ein Ergebnis dieser Untersuchungen ist, dass die Feinstaubgehalte (PM_{10}) innerhalb von Gebäuden ein deutlich höheres Konzentrationsniveau erreichen können als in der umgebenden Außenluft. Hohe Feinstaubkonzentrationen korrelieren offenkundig mit diversen Nutzungsaktivitäten und/oder mit hohen Personenzahlen in den Räumen. Der für die Außenluft existierende EU-Richtwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kann dabei deutlich überschritten werden.

Ziel des laufenden Forschungsvorhabens soll es sein, die Feinstaub- und darüber hinaus die Ultrafeinstaubbelastung (UFP) in Wohnungen über längere Zeiträume zu erfassen.

¹ Bake D., Moriske H.-J. Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft 64 (2004) Nr. 3, S. 84-87

² Winkens A., HLH Bd. 57 (2006) Nr. 9 S. 63-64

³ Lahrtz T., Piloty M. Untersuchungen der Innenraumluftqualität in Berliner Schulen, Schriftenreihe des Vereins Wasser-, Boden- und Lufthygiene, 13. WaBoLu-Innenraumtage, Berlin 2006

⁴ Gabrio Th., Feinstaubmessungen in öffentlichen Gebäuden, Vortrag auf den 10. Hamburger Innenraumtagen 2007

Feinstaubuntersuchungen in „schwarzen“ und „weißen“ Wohnungen

Hamburger Studie zur Untersuchung der Feinstaubkonzentration in Wohnräumen, 2006

Für die ARGE Feinstaub Hamburg - Berlin¹:

Martin Wesselmann, Manfred Santen, Ursula Fittschen

Einleitung

Das Phänomen von spontanen Schwarzfärbungen bewohnter Innenräume - auch als *Schwarzstaubbelastrung*, *Fogging* oder *magic dust* bezeichnet - ist seit ca. 15 Jahren Gegenstand zahlreicher Publikationen und ein stets wiederkehrendes Thema auf Fachtagungen. Trotz einer inzwischen hohen Anzahl an untersuchten Wohnungen und einiger durchgeführter Forschungsarbeiten^{2,3} ist bislang keine schlüssige Erklärung für das Entstehen der dunklen Verfärbungen an Bauteiloberflächen und Einrichtungsgegenständen ermittelt worden. Die im Folgenden angeführten Erklärungsmodelle verschiedener Autoren lassen sich häufig nicht mit den Schadensverläufen vieler vom Schwarzstaub betroffenen Wohnungen plausibel und hinreichend in Einklang bringen.

Für die spontane Ablagerung von Schwarzstaubpartikeln werden bislang folgende Theorien diskutiert:

Kondensation und Konvektion: SVOC (Semi Volatile Organic Compounds - Schwer Flüchtige Organische Verbindungen) treten gasförmig in der Raumluft auf, kondensieren an kälteren (Wand-/Decken)-Bauteiloberflächen und bilden dort eine Art „Klebefilm“, an dem sich luftgetragene Partikel anlagern und durch Lichtbrechung für eine dunkle Verfärbung sorgen. Die Verbindung SVOC-Partikel muss nicht an der Wandoberfläche stattfinden, sondern kann bereits in der Luft erfolgen. Feinstaub-Partikel können dabei als Kondensationskern für SVOC fungieren⁴. Zu den SVOC, die bei der Schwarzfärbung eine Rolle spielen, werden Substanzen aus den Stoffgruppen der langkettigen Alkane (ab C7 bis C24), Carbonsäureester (dabei vor allem Phthalate), Kresole, Sesquiterpene, Glykolderivate und Fettalkohole sowie einige VOC gezählt^{5,6,7,8,9}.

¹ ARGE Feinstaub Hamburg Berlin: Martin Wesselmann im Bauinstitut Hamburg-Harburg, Manfred Santen Wartig-Nord GmbH, Ruth Cremer und Peter Braun ALAB Berlin in Kooperation mit Ursula Fittschen, Lehrstuhl für Angewandte Analytik der Uni Hamburg und dem Institut für Bauphysik der TU HH-Harburg

² Rudolphi A., Untersuchung elektrostatischer Ladungsprozesse als Auslöser von spontanen Staubablagerungen Forschungsbericht Z6 – 5.1-01.11 (2003), gefördert durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

³ Klar A. Untersuchungen zu plötzlichen Schwarzfärbungen in Innenräumen, Diplomarbeit TU Berlin, 2002

⁴ Baudisch C. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, 7. WaBoLu-Innenraumtagung 2000

⁵ Moriske, Salthammer, Wensinet al: Neue Untersuchungsergebnisse zum Phänomen „Schwarze Wohnungen“ in Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 61, 2001

⁶ Klar; Untersuchungen zu plötzlichen Schwarzfärbungen in Innenräumen, Diplomarbeit TU Berlin, 2002

⁷ Tappler et al in AGÖF (Hrsg.) 4. AGÖF-Fachkongress Nürnberg 1998

Laborversuche zur Klärung des „Fogging-Phänomens“

W. Lorenz¹⁾, J. Hölzer²⁾, L.W. Kroh²⁾, H. Richter³⁾, R. Esbach³⁾

1) Institut für Innenraumdiagnostik, Düsseldorf

2) TU Berlin, Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie

3) SGS Institut Fresenius, Dresden

Abstract

Die Ursachen, die zum Fogging-Phänomen führen, sind bisher nicht, oder zumindest nicht zufrieden stellend geklärt. Einige Kernfragen können bisher nicht beantwortet werden, u.a. warum das „Fogging-Phänomen“ fast ausschließlich in Wohnungen auftritt und nicht in Büroräumen.

Im Rahmen eines 1-jährigen Gemeinschaftsprojektes wurden nach Auswertung von 23 Fogging-Fällen Laboruntersuchungen durchgeführt, um zu klären, ob chemische Farbreaktionen bei der Bildung der schwarzen Ablagerungen beteiligt sein können.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Kombination bestimmter VOC, wie sie in Fogging-Wohnungen zu finden sind, im Labor bei Temperaturen im Bereich von 50 bis 100°C zu Farbreaktionen führen.

Bei den Laborversuchen waren Aminoverbindungen und bestimmte Aldehyde für die Farbreaktion erforderlich, Limonen verstärkten den Effekt und Wasser behinderte ihn.

Die Ergebnisse können nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse in den Wohnungen übertragen werden. Es ist geplant, hierzu weitere Untersuchungen durchzuführen.

1. Einleitung

Seit mehr als einem Jahrzehnt tritt das Problem der „Schwarzen Wohnungen“ auf, das auch mit den Begriffen „Magic Dust“ oder meist als „Fogging-Phänomen“ bezeichnet wird. Beschrieben wird das Problem in der Literatur damit, dass innerhalb kurzer Zeiträume dunkle, schwarze Ablagerungen, teils russartig, teils schmierig, auf Oberflächen entstehen.

Dieses „Fogging-Phänomen“ ist für Sachverständige eine sehr unangenehme Aufgabenstellung, insbesondere bei Gutachten für Gerichte. Meist wird die Frage nach dem Verantwortlichen bzw. Verursacher der „Schwarzen Ablagerungen“ gefragt, und man weiß von vorne herein, dass man die Frage nicht wird beantworten können. Das einzige was der Sachverständige klären kann, ist, ob es sich um das „Fogging-Phänomen“ handelt oder nicht.

Eine Gemeinsamkeit gab es in allen durch unser Institut untersuchten Fällen, nämlich dass die dunklen Ablagerungen stets während der Heizperiode, in Neubau-Wohnungen oder relativ frisch renovierten Wohnungen innerhalb weniger Tage bis Wochen auftraten.

Die bisher durch Forschungseinrichtungen durchgeführten, teils sehr umfangreichen Untersuchungen kamen zu dem gleichen Ergebnis.

Analytische Ansätze zur Klärung unspezifischer Geruchsbelastungen in Unterrichtsräumen – ein Erfahrungsbericht

Ina Schäfer

Die **anlassbezogene** Klärung umwelthygienischer Fragestellungen im öffentlichen Bereich gehört zu den Standardaufgaben des Öffentlichen Gesundheitsdienstes und somit von Gesundheitsämtern. Zugleich ist die Bearbeitung von Anfragen nicht die einzige Arbeitsstrategie, mit der eine Verbesserung gesundheitsbezogener Aspekte in Gebäuden verfolgt wird.

Wie am Beispiel des Katasters zur Erfassung von PCB-Vorkommen bereits im Rahmen des AGÖF-Kongresses 2004 vorgestellt, greifen wir auch **initiativ** Themen auf, für die auf Basis des wissenschaftlichen Kenntnisstandes ein Handlungsbedarf besteht. Weiterhin bringen wir **vorbeugend**, also im Rahmen von Sanierungs- und Neubauvorhaben gesundheitsbezogene Forderungen ein.

Aktuell beschäftigen wir uns insbesondere mit Strategien zur Verbesserung der Raumakustik, mit der Reduktion von Feinstaubbelastungen in Gemeinschaftsräumen, mit der Begrenzung von CO₂-Konzentrationen in Unterrichtsräumen sowie dem Einsatz emissionsreduzierter Baumaterialien.

Der nachfolgende Beitrag konzentriert sich auf Ansätze zur Ermittlung der Ursachen von Geruchsbelastungen. Im Rahmen unseres Beratungsangebots zur Umwelthygiene in öffentlichen Einrichtungen im Zeitraum Januar 2005 bis Juli 2007 machen Geruchsbelastungen einen beachtlichen Anteil aller Fragestellungen aus. Der überwiegende Anteil der Anfragen stammt von Schulen oder Kindergärten.

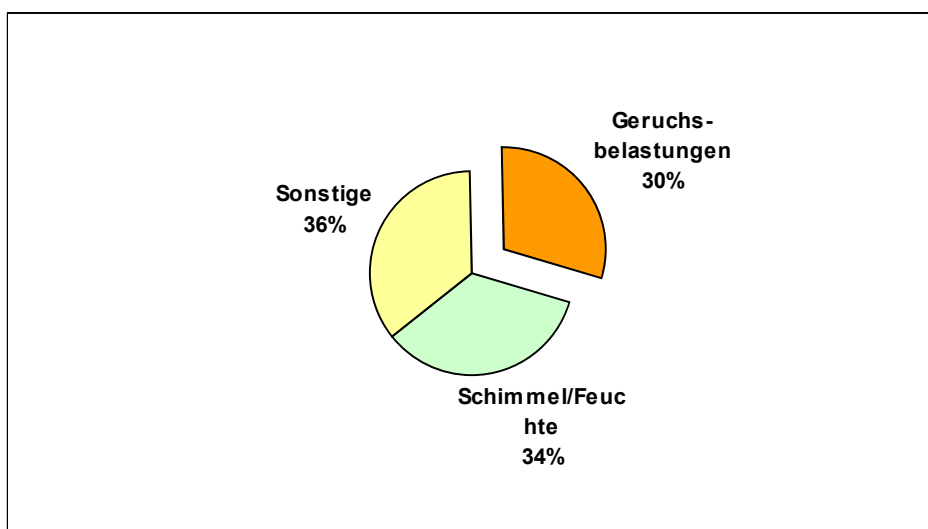


Abbildung 1: Themen der Anfragen aus öffentlichen Einrichtungen 2005 – Juli 2007 (n=82)

Erhöhte VOC-Konzentrationen nach Anwendung ungeeigneter Baumaterialien, Entwicklung angepasster Sanierungsmaßnahmen zur Reduzierung

Martina Clemens-Ströwer

Im folgenden Beitrag werden 2 Fallbeispiele vorgestellt, in denen es durch den Einsatz „ungeeigneter“ Baumaterialien zu Geruchsbelastungen und stark erhöhten VOC-Konzentrationen in der Raumluft gekommen ist.

Fallbeispiel A

Im Fallbeispiel A geht um ein neu gebautes, nicht unterkellertes, eingeschossiges Einfamilienwohnhaus in massiver Bauweise. Im September 2005, 4 Monate nach Bezug des Wohnhauses, fielen lösemittelähnliche Geruchsbelastungen auf, die insbesondere im Vorflur und im Gäste-WC wahrzunehmen waren. Messungen in der Raumluft ergaben, dass die Gesamtsumme an VOC (Untersuchungsverfahren VDI 3482 (Bl. 4+5), Probe-nahme auf Aktivkohle mit anschließender Lösemittel-Desorption) über $2200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lag, wobei vorwiegend Substanzen der Stoffgruppen aromatische Kohlenwasserstoffe und Alkane dominierten. Im Fußbodenaufbau wurden $> 14.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überwiegend aromatische Kohlenwasserstoffe und Alkane gemessen. Die Quellensuche konzentrierte sich folglich auf den Fußbodenaufbau, der aus Betonsohle, Bitumenschweißbahn, Polystyrol-Hartschaumdämmung, Estrich und Fliesenbelag bestand.

Die daraufhin untersuchten Materialien aus dem Fußbodenaufbau (Estrich, Wärmedämmung, Fliesen, Estrichrandstreifen, Bitumenschweißbahn) zeigten, dass die Polystyrol-Hartschaumdämmung die stärksten Emissionen an VOC aufwies. Dabei waren die im Polystyrol-Hartschaum nachgewiesenen Verbindungen Pentan und Styrol material-typisch. Der Nachweis aromatischer Kohlenwasserstoffe und Alkane war jedoch für das Material nicht typisch.

Aufgrund der vorliegenden Materialergebnisse (ohne Probe 21) wurde der Estrich und die darunter befindliche Wärmedämmung aus Polystyrol-Hartschaumdämmung entfernt. Eine Sanierungskontrolle zu diesem Zeitpunkt (November 2005) ergab, dass die Geruchsintensität in den Räumen verstärkt vorlag, was durch die Ergebnisse der Raumluft-analyse auf VOC bestätigt wurde. In der Raumluft des Gäste-WC wurden $3600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im Kinderzimmer $4500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. In Wohnzimmer und Badezimmer lagen derart hohe Konzentrationen des Kohlenwasserstoff-Gemisches vor, dass es zu Über-ladungseffekten im chromatographischen System kam, so dass die tatsächlichen Werte noch bis zu Faktor 2 höher ausfielen als die angegebenen Werte.

Da die Gesamtsumme an VOC in den Räumen trotz Ausbau der Polystyrol-Hartschaum-dämmung immer noch deutlich erhöht war, musste folglich die VOC-Quelle immer noch im Gebäude sein. Ein entscheidender Hinweis für die VOC-Ursachensuche kam letztlich von einem AGÖF-Mitglied und führte zu dem verdächtigen Material: ein Bitumen-Vor-anstrich, der vor Aufbringung der Bitumenschweißbahn auf der Bodenplatte aufgetragen worden war. Recherchen ergaben, dass es sich bei dem Produkt um einen lösemittel-haltigen, dünnflüssigen Bitumenanstrich handelte. In der Produktinformation der Her-stellerfirma wurde darauf hingewiesen, dass das Produkt nur im Außenbereich ange-wendet werden darf. Auf dem Originalbehälter fehlte dieser Hinweis.

Praxisbeispiele von Geruchsquellen in Innenräumen

Einleitung

Das Auftreten von Gerüchen in Innenräumen ist in Altbauten als Altlast genauso wie in neu oder frisch sanierten Bauten als „Neulast“ ein Problem. Häufig werden beim Auftreten von Geruchsproblemen Raumluftuntersuchungen auf flüchtige organische Verbindungen durchgeführt oder für die Erstellung von Gutachten auch gefordert. Die Erfahrung zeigt, dass diese Vorgehensweise in einer Vielzahl von Fällen weder wesentliche Informationen in Bezug auf die Identifizierung der verursachenden Substanzen noch der verursachenden Quellen ergibt. Eine Ursache hierfür dürfte das eingeschränkte Stoffspektrum sein, das bisher bei Raumluftuntersuchungen erfasst wurde.

Der folgende Bericht soll Beispiele aus unserer Arbeit aufzeigen, in denen über Raumluftuntersuchungen auf VOC Quellen und Ursachen von Geruchsproblemen identifiziert wurden. Zur Quellensuche wurde dabei jeweils die Methode der vergleichenden Luftuntersuchung aus Gebäudehohlräumen oder aufgesetzten Edelstahlprüfzellen eingesetzt. Auch wenn dieses Verfahren nicht normiert ist, hat es sich in zahlreichen Fällen bei der Identifizierung von Quellen bewährt, weil sich die festgestellten Konzentrationen direkt miteinander vergleichen lassen und spezifische Emissionen der zu untersuchenden Substanzen in den Prüfzellen in deutlich höherer Konzentration vorliegen und dadurch beim ergebnisoffenen Screening im TIC des GC/MS leichter zu entdecken sind.

Mit den Chloranisolen wird dabei auf bereits diskutierte Substanzen eingegangen, mit dem Dodecen-Isomeren-Gemisch aus Teppichneuverlegungen auf eine Substanzgruppe, zu der bisher kaum diskutiert wurde und die sicherlich bei einer Vielzahl von VOC-Untersuchungen bisher übersehen wurden.

Beispiel I: Chloranisole, MVOC und Phenole als Geruchsquellen im Fertighaus

Jörg Thumulla, Doris Schünemann

Anlass/Untersuchungsaufgabe

Im Rahmen eines Gerichtsgutachtens waren die Ursachen eines schimmelig-muffigen Geruches eines in den Sommermonaten verkauften Fertighauses zu klären. Aus juristischen Gründen war dabei wichtig, ob die Ursache mit einem verschwiegenen Wasserschaden also einem verdeckten Mangel in Zusammenhang steht.

Kenntnislage

Für muffige Gerüche in älteren Fertighäusern werden bisher folgende Substanzen bzw. Substanzgruppen diskutiert:

- MVOC (Mikrobiologisch erzeugte Kohlenwasserstoffe) aus einem mikrobiellen Befall im Außenwandaufbau, verursacht durch den Ausfall von Kondenswasser aufgrund der unzureichenden Luftdichtigkeit dieser Bauten.

Beispiel II: Unangenehme Gerüche nach Teppichverlegung

Jörg Thumulla

Anlass/Untersuchungsaufgabe

In letzter Zeit werden wir vermehrt mit Geruchsproblemen nach einer Neuverlegung von Teppichböden konfrontiert. Häufig werden im Rahmen der Renovierung der Räumlichkeiten gleichzeitig die Wände frisch gestrichen. Die Folge ist, dass sich die Gewerke gegenseitig die Schuld zuschieben und die Betroffenen den Nachweis erbringen müssen, welches Gewerke für die Ursache des Geruches verantwortlich ist. Im folgenden soll ein Fall exemplarisch, ergänzt um die Erfahrungen aus weiteren Fällen, dargestellt werden. Bei allen Fällen handelt es sich um einen penetranten Geruch, der auch mehrere Monate nach Verlegung der Böden noch deutlich und störend vorhanden ist.

Vorgehensweise

Die Untersuchungen wurden gemäß der VDI-Richtlinie 4300 Blatt 6 Messstrategie für flüchtige organische Verbindungen durchgeführt. Für die Aufklärung der Gründe von Beschwerden, evtl. verbunden mit der Überprüfung der Einhaltung von Richtwerten für die Innenraumluft (Punkt 5.1A der VDI 4300 Blatt 6), sieht die VDI-Richtlinie die Messung acht Stunden nach gründlicher Lüftung vor.

Wegen des in Betracht zu ziehenden Problemkomplexes „Teppichboden“ wurde die Untersuchung mit Probenahme auf Tenax und Auswertung mittels Thermodesorption und Gaschromatographie mit gekoppelter Massenspektrometrie ausgewählt, so dass auch die höhersiedenden typischen Problemstoffe von lösemittelfreien Bodenverlegesystemen bzw. typische Reaktionsprodukte erfasst werden.

Um den Quellen von VOC-Belastungen nachgehen zu können, wurde der Weg der vergleichenden Luftuntersuchungen gewählt. Für die Untersuchung der raumzugewandten Oberflächen Wand und Bodenaufbau wurden Edelstahlmesszellen mit 12 Liter Rauminhalt eingesetzt. Diese wurden am Ende des Lüftungsvorganges auf die zu prüfenden Flächen aufgesetzt. Im Laufe der acht Stunden nach Aufstellung konnte sich so die mit der Oberfläche im Gleichgewicht stehende Ausgleichskonzentration bilden. Der Anschluss an die Tenax-Röhrchen erfolgte über kurze Teflonschläuche. Da die Probenahme nur mit einem Volumenstrom von 0,1 l/min (6 l/h, entsprechend einem Luftwechsel von 0,5 /h) durchgeführt wurde und das Probenahmenvolumen 3 l beträgt, wurde die Ausgleichskonzentration durch das Ansaugen von Raumluft bei der Probenahme nicht erheblich gestört. Dennoch ist die während der Probenahme nachgeströmte Raumluft bei der Bewertung zu berücksichtigen. Für die Untersuchung der Luft aus der Trittschalldämmung wurden ein Loch gebohrt und ein Teflonschlauch gleichen Durchmessers in das Loch geführt und an das Tenax-Röhrchen angeschlossen.

Folgende Oberflächenproben wurden auf diese Weise in allen Räumen, in denen Raumluftuntersuchungen durchgeführt wurden, untersucht:

- Wandoberfläche (Befestigung der Messzelle mittels Stativ),
- Teppichoberfläche,
- Trittschalldämmung des Estrichs (teilweise).

Linoleum - wie reizend! Sanierung großer Linoleumflächen zur Reduktion von Raumlufbelastungen

Martin Hoffmann

Einleitung

In Deutschland wird nicht nur in öffentlichen Bürogebäuden häufig aus ökologischen Ansprüchen Linoleum als Bodenbelag mit so genannten emissionsarmen Klebern verlegt. Linoleum wird aus nachwachsenden bzw. ausreichend vorhandenen Rohstoffen hergestellt und ist weitgehend frei von Weichmachern und halogenierten Flammschutzmitteln. Auf Grund seiner technischen Eigenschaften wie schwerentflammbar und bakterio-statisch¹ kann er in zahlreichen Anwendungsbereichen eingesetzt werden.

Der typische Geruch von Linoleum, der in der Nutzung nur über die Jahre etwas zurückgeht, stößt allerdings nicht bei allen Nutzern auf Akzeptanz. So hat z.B. das Umweltbundesamt bei seinem Neubau in Dessau auf den Einsatz von Linoleum verzichtet, um Klagen der Nutzer über den Eigengeruch von Linoleum zu vermeiden.

Untersuchungen wie das nachfolgend geschilderte Beispiel zeigen, dass über die geruchliche Belastung hinaus mit Linoleum und emissionsarmen Klebern auch noch Jahre nach der Verlegung mit hohen Belastungen der Raumluf verbunden sein können. Dabei konnte die Geruchsbelastung auch in einer längeren Abklingphase mit erhöhter Lüftung nicht ausreichend reduziert werden. Als Alternativen stehen neben dem vollständigen Rückbau vor allem Beschichtungen als längerfristig funktionierende Sanierungsstrategien zur Verfügung. Bei einer Probesanierung in einem großen öffentlichen Gebäude konnte mit Hilfe einer mehrmonatigen Monitoringphase Chancen und Probleme bei der Sanierung mit einer Beschichtung des Bodenbelages ausgelotet werden.

Aufgabenstellung

Anlass der Untersuchungen in einem größeren Verwaltungs- bzw. Amtsgebäude der Landesverwaltung Brandenburg in Frankfurt (Oder) waren Klagen zahlreicher Mitarbeiter über Geruchsbelastungen und gesundheitliche Beeinträchtigungen. Der Nutzer des Gebäudes hatte die Landesverwaltung als Betreiber aufgefordert, die Ursachen für die Beschwerden zu ermitteln und den Mangel zu beseitigen. Der Betreiber des Gebäudes ging zu Beginn der Untersuchungen davon aus, dass die Ursachen für die Nutzerbeschwerden außerhalb der baulichen Verantwortlichkeiten liegen.

Bei dem Gebäude, das etwa 1,5 Jahre vor den Untersuchungen neu bezogen wurde, handelt sich um einen massiven Stahlbetonbau mit Lochfassaden. Die Außenwände sind monolithisch in Leichtbeton ausgeführt. Das Gebäude umschließt mit vier Flügeln einen Innenhof, so dass in etwa die Hälfte der Räume hofseitig und die andere zum Außenraum liegen. Alle Büroräume sind natürlich belichtet und belüftet. Die Lüftung erfolgt individuell durch die Nutzer. In vielen Räumen sind zwar großen Fenster vorhanden, aber nicht offenbar. Hier erfolgt die Lüftung über Lüftungsklappen neben den Fenstern.

Der Nutzer hatte im Vorfeld einige Mitarbeiter zur gesundheitlichen Situation am Arbeitsplatz [nach HVBG 2001] befragt und in zwei Räumen mit Passivsammlern der Stiftung Warentest die Raumluf analysieren lassen. Die Mitarbeiter klagten durch-

¹ Wachstum und Vermehrung von Bakterien werden gehemmt; aber nicht abgetötet

Rechtliche Aspekte bei Gerüchen in Innenräumen

Jochen Kern

Vorwort

Gerüche stellen – isoliert gesehen – kein juristisches Problem dar. Sie sind manchmal angenehm, manchmal nicht, sind manchmal erwünscht, manchmal nicht. Es geht also letztlich nicht um den Geruch an sich, sondern eher um die Erwartungshaltung der beteiligten Personen.

Der **Geruch** (lat. *Olfactus*, daher olfaktorische Wahrnehmung) ist die Interpretation der Sinnes-Erregungen, die von den Chemorezeptoren der Nase oder anderer Geruchsorgane an das Gehirn eines Lebewesens geliefert werden.

Der Begriff „Geruch“ findet juristische Verwendung vor allem im Bereich Lebensmittelrecht und Arzneimittelrecht (Kosmetika). Diese Zitate führen aber nicht weiter.

Beispiele: **Dicke Bohnen** müssen sein:

- ganz,
- gesund,
- sauber, ...
- frisch,
- frei von fremdem Geruch und Geschmack,
- ...

Honig-Verordnung

Honig darf mit Ausnahme von Backhonig keinen fremden Geschmack oder Geruch aufweisen, nicht ...

Wein-Verordnung

Eine Prüfungsnummer wird einem Qualitätswein b. A. zugeteilt, wenn (...) 2. er in Aussehen, Geruch und Geschmack frei von Fehlern ist und ...

Gesetzliche Grundlagen

BGB § 434 Sachmangel (Kaufrecht)

(1) Die Sache ist frei von Sachmängeln, wenn sie bei Gefahrübergang die vereinbarte Beschaffenheit hat. Soweit die Beschaffenheit nicht vereinbart ist, ist die Sache frei von Sachmängeln, 1. wenn sie sich für die nach dem Vertrag vorausgesetzte Verwendung eignet, sonst 2. wenn sie sich für die gewöhnliche Verwendung eignet und eine Beschaffenheit aufweist, die bei Sachen der gleichen Art üblich ist und die der Käufer nach der Art der Sache erwarten kann.

Zu der Beschaffenheit nach Satz 2 Nr. 2 gehören auch Eigenschaften, die der Käufer nach den öffentlichen Äußerungen des Verkäufers, des Herstellers (§ 4 Abs. 1 und 2 des Produkthaftungsgesetzes) oder seines Gehilfen insbesondere in der Werbung oder bei der Kennzeichnung über bestimmte Eigenschaften der Sache erwarten kann, es sei denn, dass der Verkäufer die Äußerung nicht kannte und auch nicht kennen musste, dass sie im Zeitpunkt des Vertragsschlusses in gleichwertiger Weise berichtet war oder dass sie die Kaufentscheidung nicht beeinflussen konnte.

Erstellung einer Richtlinie/Leitfaden zur Bewertung von Gerüchen in Innenräumen

Peter Tappler

Hintergrund

Die empfundene Luftqualität gewinnt international zunehmend an Bedeutung. Einerseits werden immer höhere Ansprüche an Innenräume in Hinblick auf Behaglichkeit und Freiheit von als „gesundheitlich bedenklich“ eingestuften Faktoren gestellt, andererseits zeigen Untersuchungen positive Korrelationen der empfundenen Luftqualität mit der Produktivität. Gerüche in Innenräumen stellen eine häufige Ursache für Beschwerden der Nutzer dar, sie werden meist als belästigend eingestuft.

Bei der Bestimmung des Ausmaßes eines derartigen Mangels bzw. bei der Suche nach den Quellen ist es nicht in allen Fällen möglich, die zu Grunde liegenden Stoffe mit chemisch-physikalischen Messungen zu identifizieren. Gerüche entstehen aus einer Vielzahl chemischer Substanzen. Mit einer quantitativen Bestimmung der Einzelstoffe kann keine Aussage über die Geruchswirkung einer Kombination dieser Stoffe getroffen werden. Die einzige Möglichkeit, die Wirkung von Geruchsstoffen in Innenräumen auf Menschen zu erfassen, ist eine sensorische Geruchsprüfung und Bewertung, die entweder direkt vor Ort oder zusätzlich nach einer Luftprobenahme im Labor erfolgen kann.

Auf Grund der individuell und situationsbedingt sehr unterschiedlichen Wahrnehmung von Gerüchen waren sensorische Geruchsprüfungen der Innenraumlufte vor Ort bisher mit erheblichem Aufwand und/oder Unsicherheiten verbunden. Entweder erfolgten derartige Geruchsprüfungen mit einer großen, in der Regel ungeschulten Prüfergruppe, die mit beträchtlichen organisatorischen und ökonomischen Aufwendungen verbunden ist, oder durch einen oder wenige, meist unzureichend geschulte Prüfer.

Geschichte der Geruchsbewertung

Yaglou beschrieb bei seinen Raumklimauntersuchungen erstmals eine subjektive Methode zur Bewertung der Innenraumluftequalität (Yaglou et al. 1936). Die Innenraumlufte wurde durch untrainierte Probanden auf einer Skala von 0 bis 5 beurteilt. Die Personen sollten sofort nach Betreten des Raumes, also im unadaptierten Zustand, die Luftqualität bewerten.

Ole Fanger, Universität von Dänemark in Kopenhagen führte 1988 zur Beurteilung von Gerüchen in der Innenraumlufte zwei neue Größen mit Einheiten ein (Fanger 1988). Die Verunreinigungslast wird in der Einheit olf (griechisch: **O**lfactus) angegeben. Die Verunreinigungslast ist jedoch nicht direkt messbar, sondern wird über die empfundene Luftqualität hergeleitet. Diese wird in der Einheit Pol bzw. in der Praxis Dezipol (lat. **P**ollutio) angegeben. Die untrainierten Teilnehmer fällen ihre Bewertung unmittelbar nach Betreten des zu beurteilenden Raumes, wobei diese auf Fragebögen festgehalten werden. Neben der Fragestellung der Akzeptanz kann von den Probanden auch die Geruchsintensität und die Frische der Raumlufte beurteilt werden. Um hier aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, sind jedoch große Probandengruppen notwendig. Da sich diese Vorgangsweise als sehr aufwändig gestaltete, wurde von Bluysen ein Verfahren entwickelt, die Probanden zu trainieren, so dass eine Bewertung der Empfundene Luftqualität mit einer kleineren Prüferzahl erfolgen kann (Bluysen 1990).

Aussagekraft von Schimmelpilz- Raumluftuntersuchungen Auswertungen der Ergebnisse von drei Ringversuchen des Berufsverbandes Deutscher Baubiologen - VDB e.V.

***Nicole Richardson, Elek Szabo,
Thomas Gabrio, Uwe Münzenberg***

Einführung

Mehr als 15 Millionen Bundesbürger leben in ihren Wohnungen mit Schimmelpilzen und Feuchtigkeit. Dies stellte eine Studie unter Federführung der Friedrich-Schiller-Universität Jena fest.¹ Die Autoren stellten in 21,9 % der Wohnungen (5530 untersuchten Wohnungen) sichtbare Feuchte- und Schimmelpilzschäden fest. Es ist inzwischen Allgemeinwissen, dass ein Zusammenhang zwischen Feuchtigkeitsschäden und der Krankheitshäufigkeit allergischer und respiratorischer Erkrankungen besteht².

Das Beispiel verdeutlicht, dass der durch Schimmelpilzbefall in Gebäuden verursachte Schaden, von den diskutierten Umweltrisiken in Innenräumen, einen großen materiellen Schaden darstellt. Umfangreiche finanzielle Mittel werden jährlich für die Beseitigung ausgegeben. Dazu kommen manchmal noch Kosten für juristische Auseinandersetzungen sowie die Folgekosten im Gesundheitswesen. Produkte und Dienstleistungen zur „Lösung von Schimmelpilzproblemen“ stellen einen ernstzunehmenden Wirtschaftsfaktor dar. Zahlreiche Publikationen unterstützen diesen Trend bis hin zu Schimmelanalysen im do-it-yourself-Verfahren. Die im professionellen Bereich häufig eingesetzten Raumluftuntersuchungen werden im Wesentlichen zu folgenden Fragestellungen beauftragt:

- um Hinweise auf Schimmelpilzquellen zu erhalten
- zur Sanierungskontrolle und Begleitung
- im Rahmen von Rechtsstreitigkeiten und Beweisverfahren

Die dargestellten Aufgabenstellungen sowie der Umfang der jährlich auftretenden Schäden legt nahe, dass den Gutachtern und ihren Untersuchungsergebnissen eine hohe Verantwortung übertragen wird, mit z. T. weitreichenden finanziellen Folgen für die Beteiligten. Die Ergebnisse von Raumluftuntersuchungen auf Schimmelpilzsporen sollten demnach so belastbar und vertrauenswürdig wie möglich sein. Es ist notwendig, dass Sachverständige sich vergegenwärtigen, dass die Messergebnisse mit einem hohen Unsicherheitsfaktor belegt sein können.

¹ Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2003 - 46:683-693; S. Brasche, W. Bischof (Klinikum der Friedrich-Schiller-Universität Jena), E. Heinz, (Technische Universität Berlin), T. Hartmann, W. Richter, (Technische Universität Dresden): Studie ist zu beziehen über www.med.uni-jena.de/ark/pdfs/Brasche_Wohnungen.pdf

² Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 8•2003, 46:683–693, DOI 10.1007/s00103-003-0647-9

Verteilung der Konzentration luftgetragener keimfähiger Schimmelpilzsporen in Innenraum- und Außenluft bei Nachweis über Filtration

Thomas Fangmeyer, Christian Zorn

1. Einleitung

Schimmelpilze begleiten den Menschen in fast allen Lebensräumen und sind so natürlicher und unabdingbarer Bestandteil seiner Atemluft. Gleichzeitig ist mittlerweile unumstritten, dass Schimmelpilzsporen in der Atemluft das Potential haben, schädigend auf die menschliche Gesundheit einzuwirken. Entscheidende Größe dafür, ob es im Einzelfall tatsächlich zur Ausbildung von gesundheitlichen Problemen in Folge einer Schimmelpilzexposition kommt ist u.a. die Artenzusammensetzung des Sporengemisches sowie die Höhe und die Dauer der Exposition.

Da belastbare und allgemeingültige Ableitungen von kausalen Dosis-Wirkungs-Beziehungen bei der Inhalation von Schimmelpilzsporen aus epidemiologischen oder klinischen Studien bislang nicht vorliegen und so auch keine einheitlichen Richt- oder Grenzwerte für Schimmelpilzbelastungen der Innenraumluft etabliert werden konnten hat sich spätestens seit dem erstmaligen Erscheinen des „Schimmelpilzleitfadens“ des Umweltbundesamtes im Jahre 2002 für die raumlufthygienische Bewertung von Schimmelpilzbefall im Innenraum der Konsens ausgebildet, Schimmelpilzbefall im Innenraum grundsätzlich – mit Ausnahme von Marginalschäden – als unakzeptabel einzustufen. Aus dieser Perspektive allein erscheinen die Bestimmung der tatsächlichen Belastungshöhe über eine Raumluftmessung *für die Abschätzung des Handlungsbedarfes* nicht mehr notwendig.

Die Bestimmung der Konzentration von Schimmelpilzsporen in der Innenraumluft wird seitdem überwiegend in den Kontext einer Innenraumquellensuche eingeordnet, falls z.B. ein Schimmelpilzbefall im Innenraum angenommen wird, dieser aber nicht durch bloße Inaugenscheinnahme vor Ort nachweisbar und lokalisierbar ist. In diesen Fällen soll über den Vergleich mit der zeitgleich zu ermittelnden Außenluftbelastung die Wahrscheinlichkeit des Vorliegens einer Quelle für Schimmelpilzsporen im beprobten Innenraum ermittelt werden[1].

Auf die *konkrete* gesundheitliche Gefährdung der Nutzer von Schimmelpilz-belasteten Räumlichkeiten wird in der Praxis der Begutachtung von Problemen der Innenraumluftthygiene in aller Regel nicht näher eingegangen. Obschon allgemein akzeptiert wird, dass vor allem chronische Belastungen der Atemluft durch Schimmelpilzsporen tatsächlich die unterschiedlichsten Erkrankungen beim Menschen auslösen können. Dies führt in der Kommunikation mit den Betroffenen – in der Regel also den Nutzern entsprechender Räume – häufig zu Problemen.

Analog zur Vorgehensweise z.B. bei der Bewertung von Raumluftkontaminationen durch flüchtige organische Verbindungen (VOC) könnte die Möglichkeit zur Abgrenzung von „außergewöhnlichen“ Belastungssituationen gegenüber den „gewöhnlichen“ Raumluftkontaminationen der Innenraumluft durch Schimmelpilzsporen an dieser Stelle ein hilfreiches Mittel in der Bewertung gefundener Belastungen sein. Eine solche Vorgehensweise nach „Auffälligkeitswerten“ erlaubt innerhalb eines u.a. jüngst von der Ad-Hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumluftthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden vorgestellten hierarchisch gegliederten Bewertungskonzeptes unterhalb der Ebene toxikologisch abgeleiteter Richt-

Grundsätze der Sanierung von Schimmelpilzschäden

Uwe Münzenberg

Einführung

Ein Blick in die Praxis von Sanierungen ergibt den Eindruck, dass keine besonderen Regelungen für die Sanierung von Schimmelpilzschäden in Gebäuden existieren. So werden einem Auftraggeber von Sanierungsfirmen die unterschiedlichsten Sanierungsvorschläge für die Beseitigung eines Schimmelpilzbefalles unterbreitet. Diese reichen von Behandlungsmethoden mit „neuen“ Wirkstoffkombinationen, welche das Schimmelpilzproblem scheinbar verschwinden lassen, bis hin zur Entkernung des Sanierungsbereiches unter Arbeitsschutzbedingungen, wie sie für die Beseitigung von asbesthaltigen Baumaterialien üblich sind.

Entgegen diesem Eindruck aus der Baupraxis existiert eine Vielzahl von gesetzlichen Regelungen und Richtlinien, welche auf Umfang und Durchführung einer Schimmelpilzsanierung einen deutlichen Einfluss ausüben. Aufgrund der unübersichtlichen Struktur dieser Regelwerke wundert es nicht, dass diese in der Baupraxis kaum Anwendung findet.

Daher soll im folgenden der Versuch unternommen, einen vereinfachten Überblick über die gesetzlichen Rahmenbedingungen zu geben, die eine Schimmelpilzsanierung regeln.

Auch mit der grundsätzlichen Frage, ob es sich bei einem mikrobiellen Befall überhaupt um einen Sanierungsfall handelt, wird sehr unterschiedlich umgegangen. So reichen die Konzepte für die Sanierung des gleichen Schimmelpilzproblems von einer oberflächlichen Reinigung bis zur kompletten Entfernung des biologisch befallenen Materials.

Damit nehmen zwei Bereiche einen wesentlichen Einfluss auf die Rahmenbedingungen einer Schimmelpilzsanierung.

- Gesetze, Richtlinien, Handlungsanweisungen und Vertragsbedingungen sowie
- der Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis, zur Bewertung der Erheblichkeit eines mikrobiologischen Befall in einem Gebäude.

Gesetze, Richtlinien und Handlungsanweisungen

Grundsätzlich muss unterschieden werden zwischen Gesetzen, die den allgemeinen Gesundheitsschutz der Bevölkerung regeln, Gesetzen zum Schutz des Arbeitnehmers vor gesundheitlichen Gefahren und Gesetzen, welche ein Vertragsverhältnis zwischen zwei Parteien regeln.

Gesetze für den allgemeinen Gesundheitsschutz

Die gesetzlichen Grundlagen, aus denen sich der Anspruch ableitet, dass keine Risiken durch einen biologischen Befall von einem Gebäude ausgehen dürfen, bilden die Allgemeinen bauordnungsrechtlichen Anforderungen, welche in der **Musterbauordnung** vom 2002 im § 13 wie folgt formuliert sind: *„Bauliche Anlagen müssen so angeordnet, beschaffen und gebrauchstauglich sein, dass durch Wasser, Feuchtigkeit, pflanzliche und tierische Schädlinge sowie andere chemische, physikalische oder biologische Einflüsse Gefahren oder unzumutbare Belästigungen nicht entstehen“.*

Synergie von Raumluftqualität und Energieeffizienz

Burkhard Schulze Darup

1. Energieeffizienztechnik

Durch Fortentwicklung der Niedrigenergiehaus-Technik aus den achtziger Jahren entstand seit 1991 die Passivhaus-Technologie. Die Gebäude zeichnen sich durch einen sehr niedrigen Energiebedarf bei hoher Behaglichkeit und bestem Komfort aus. Transmissions- und Lüftungswärmeverluste sind so gering, dass sie fast vollständig durch kostenlose „passive“ Energiebeiträge – das sind solare und interne Gewinne – ausgeglichen werden.

Bleibt nur ein sehr geringer Heizwärmebedarf unter $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, so ist das Hauptkriterium für ein Passivhaus erfüllt.



Abb. 1: Seminargebäude als Passivhaus: ELAN in Fürth

Bestandsbauten aus den sechziger Jahren und davor haben einen Heizwärmebedarf von 200 bis $300 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, das entspricht ca. 20 bis 30 Liter Öl. In den achtziger Jahren wurden 10-15-Liter-Häuser gebaut. Gebäude nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) erreichen fast den Niedrigenergiestandard und liegen bei fünf bis zehn Litern - und das Passivhaus kann als 1,5-Liter-Haus bezeichnet werden. Ein wichtiger Aspekt für den Erfolg der Technologie liegt darin begründet, dass sehr hochwertige energetische Komponenten mit einem besten Kosten-Nutzen-Verhältnis angewandt werden. Zudem erschließen sich dem Planer durch die Anwendung der Technik neue Möglichkeiten der Gestaltung, die Einschränkungen sind eher gering.

Seit gut fünf Jahren werden Passivhaustechnologien zunehmend und mit großem Erfolg bei der Gebäudesanierung angewandt.

Pilotstudie zur Untersuchung des Luftwechsels in Innenräumen

Peter Tappler, Bernhard Damberger, Felix Twrdik, Karl Mitterer

Vorgangsweise

Im Rahmen einer Pilotstudie wurden in drei unterschiedlichen Innenräumen kontinuierliche Messungen der Luftwechselzahl und weiterer Parameter wie Temperaturdifferenz innen-außen, Luftdruckdifferenz innen-außen (Differenzdruck) und Windgeschwindigkeit durchgeführt. Die Auswertung der Daten erfolgte auf Basis von Stundenmittelwerten (SMW).

Im vorgegebenen Beobachtungszeitraum Ende Oktober bis Mitte Dezember 2006 war eine der Jahreszeit entsprechende Variation des Außenklimas zu beobachten. Es traten keine extremen Wetterbedingungen auf. Die ausgewählten Räume unterschieden sich in wesentlichen Parametern wie z.B. Baualter, Nutzung, Lage im Gebäude und Dichtheit der Gebäudehülle. Die normierten n_{50} -Werte (BlowerDoor-Test) der drei Testräume lagen bei $6,3 \text{ h}^{-1}$ im Raum 1, $4,8 \text{ h}^{-1}$ im Raum 2 und $8,3 \text{ h}^{-1}$ im Raum 3.

Ergebnisse Luftwechsel

Die Pilotstudie zeigte in allen Räumen eine auffallend breite zeitliche Variation der Luftwechselzahl, wobei die relativ höchsten Werte jeweils um einen Faktor 2,6 bis 3,6 über den niedrigsten lagen. Es ist anzunehmen, dass bei sehr niedrigen oder sehr hohen Außentemperaturen bzw. bei sehr hohen Windstärken, wie sie im gegenständlichen Beobachtungsintervall jedoch nicht zu beobachten waren, eine noch größere Variationsbreite feststellbar wäre. Qualitativ ähnliche Ergebnisse wurden in einer anderen Untersuchung (Thumulla und Weber 2004) aufgefunden. Die Differenz der Absolutwerte des niedrigsten zum höchsten Wert mit $0,07 \text{ h}^{-1}$ war im Raum 2 (Neubau) am niedrigsten, in den anderen Räumen (in Altbauten) mit $0,25 \text{ h}^{-1}$ bzw. $0,26 \text{ h}^{-1}$ deutlich höher. Das relative Verhältnis zwischen den jeweils niedrigsten und höchsten Werten lag jedoch in allen Räumen in einem ähnlichen Bereich.

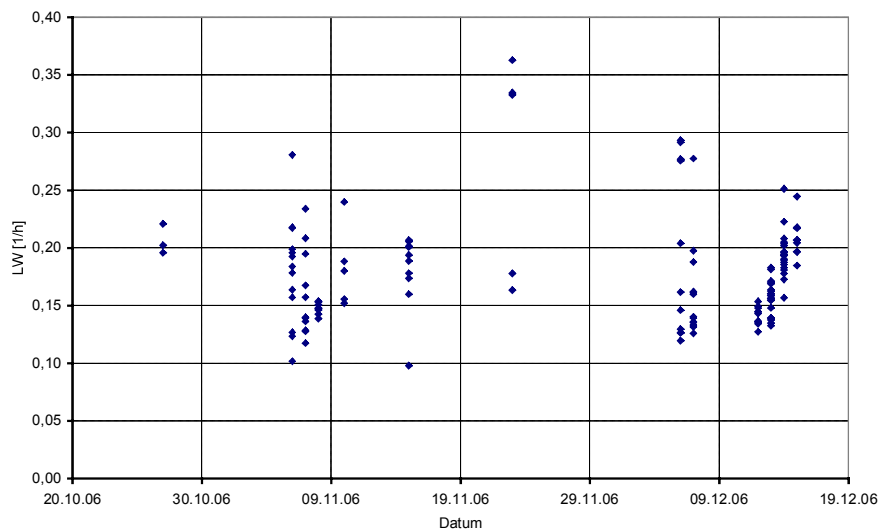


Abbildung 1: Stundenmittelwerte der Luftwechselzahl im Raum 1

Luftdichtheitsmessungen für gute Raumluf

Stefanie Rolfsmeier

1. Einleitung

Mit der Luftdichtheitsmessung wird bekanntermaßen die Qualität der Bauausführung der Gebäudehülle geprüft und dokumentiert. Neben der Energieeinsparung beugt eine gute Luftdichtheit Bauschäden infolge von Kondensation vor und erhöht die Behaglichkeit des Raumklimas. Die Vermeidung von unnötigen Öffnungen, Rissen und Fugen in der Wohnungs-, Raum- bzw. Gebäudehülle trägt jedoch darüber hinaus auch entscheidend zur Sicherstellung einer guten Raumlufqualität bei. Diese Undichtigkeiten können auch Ursache von Geruchsbelästigungen durch Zigarettenrauch oder Essensgerüchen sowie Schadstoffbelastungen beispielsweise durch Radon sein. Auch eine zu hohe Feinstaubbelastung in Labor- und Reinräumen sowie Operationssälen kann oftmals auf Leckagen in der Raumhülle zurückgeführt werden. Anhand von Messbeispielen werden nachfolgend Untersuchungsmöglichkeiten erläutert.

2. Das Messprinzip

Um in belasteten Objekten (Raum, Wohnung, Gebäude) die Ursache der Störung (Geruchsbelästigung, zu hohe Schadstoffkonzentrationen oder Partikel) herauszubekommen, wurde mit Hilfe eines BlowerDoor-Gebläses ein künstliches Druckgefälle vom Prüfobjekt zur angrenzenden Umgebung hergestellt. Sofern Leckagen vorhanden sind, wird so zum Druckausgleich eine Luftströmung erzwungen. Ist die Hülle des Prüfobjektes mit Undichtigkeiten gegenüber der Umgebung versehen, können über diese Wege auch Geruchs- oder Schadstoffe in den Prüfraum gelangen. Bei Unterdruck von ca. 50 Pa kann die durch Risse und Fugen eindringende Luft als Luftzug mit der Hand gefühlt oder mit dem Luftgeschwindigkeitsmessgerät gemessen werden.

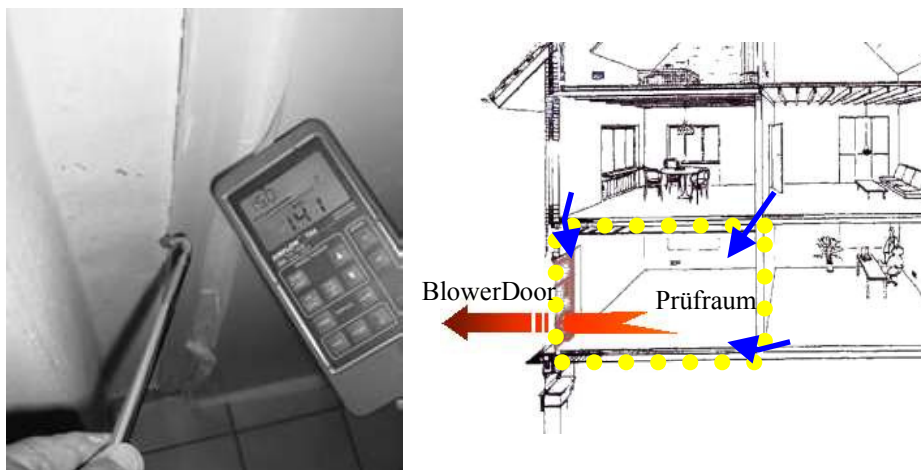


Abb. 1: Bei Unterdruck werden Lufteintritte (blaue Pfeile in der rechten Darstellung) mit dem Luftgeschwindigkeitsmessgerät geortet (Quelle [2])

Bei anschließendem Überdruck im Prüfraum von ca. 50 Pa ist es möglich Leckagewege, die die Luft nehmen kann, aufzuzeigen: In die bei Unterdruck georteten Undichtigkeiten wird Nebel eingeleitet. Der Nebel wird durch den künstlichen Überdruck im Prüfraum durch die Leckagen gepresst und tritt am Ende des Leckageweges sichtbar aus.

Erfahrungsbericht Passivhausturnhalle aus Bauherrensicht

Christian Hadasch

1. Historie

Die Rupert-Egenberger-Schule ist die kleinere der beiden Förderschulzentren (Sonderschulen) des Landkreises München und befindet sich im Norden des Landkreises in der Stadt Unterschleißheim. Nachdem die Schule im Jahr 2000 um zusätzliche acht Klassen im Rahmen einer Aufstockung in Holzleichtbauweise im Niedrigenergiestandard erweitert wurde, war der Gymnastikraum mit 100 m² endgültig für den Schulsport zu klein geworden.

Deshalb wurde in der Kreistagsitzung am 01.10.2001 der Bau einer sogenannten Einfachturnhalle beschlossen. Das Wort Einfachturnhalle bezieht sich hier auf eine Grundübungseinheit von 15 x 27 m. Die Stadt Unterschleißheim beteiligte sich mit einem wesentlichen Zuschuss und sicherte sich damit Übungszeiten nach dem Schulschluss um 13:00 Uhr und am Wochenende.

Nachdem schon bei der Aufstockung nach dem damals noch nicht vorgeschriebenen Niedrigenergiehausstandard wollten wir bei dem Turnhallenneubau noch einen Schritt weitergehen. Mit zur Wahl des Energiestandards bewogen haben uns verschiedene Schadstoffproblematiken bei den gerade vorher durchgeführten Förderschülerweiterungen, die zu der Einsicht führen, dass schadstoffarme Neubauten nur sehr schwierig errichtet werden können. Die beim Passivhaus notwendige Grundlüftung beugt diesen Problemen hervorragend vor.

Aus diesen Gründen suchten wir mit dem Architekturbüro Pfletscher und Steffan PSA (inzwischen Professor Claus Steffan) ein am energiesparenden und umweltfreundlichen Bauen interessiertes Planungsbüro aus und sicherten uns die wissenschaftliche Begleitung durch das Passivhausinstitut.

In der Bauausschusssitzung am 29.05.2002 stellten wir den Entwurf den Kreispolitikern vor, welche dann trotz einiger Bedenken den Bau der ersten Passivhausturnhalle in Deutschland beschlossen.

2. Randbedingungen

Die Randbedingungen waren für die Errichtung einer Passivhausturnhalle aus folgenden Gründen äußerst ungünstig:

- Abschattung durch die im Süden stehende 4-geschossige Schule, an die wegen Platzmangel direkt angebaut werden musste
- Die kleinste Einheit hat im Gegensatz zur Zwei- oder Dreifachhalle das ungünstigste AV-Verhältnis
- Durch die Mischung von Schul- und Vereinssport ist die Turnhalle bis auf Sonntag sehr stark belegt

Die Herausforderung wurde jedoch angegangen, denn wenn an unserem Standort eine Passivturnhalle möglich ist kann sie praktisch überall umgesetzt werden.