

Luftströmungen in Gebäuden als Ursache von Geruchsproblemen

Dipl. Ing. Peter Tappler, Zentrum für Bauen und Umwelt, Donauuniversität Krems
Dipl. Ing. Bernhard Damberger, Innenraum Mess- und Beratungsservice Wien

Zusammenfassung

An mehreren Fallbeispielen werden Vorgehensweisen zur Lösung von Geruchsproblemen, die mit Luftströmungen in Gebäuden („interzonaler Schadstofftransfer“) in Zusammenhang stehen, dargestellt. Berichtet wird über die Beschwerde-Symptomatik sowie das Auffinden der oft komplexen Ursachen der Gerüche mittels unterschiedlichen analytischen Techniken. Die behandelten Fälle betreffen sowohl klimatisierte als auch konventionell belüftete Gebäude. In den berichteten Fällen führte vor allem die Anwendung einer Tracergastechnik zu den erwünschten qualitativen und quantitativen Aussagen.

1 Einleitung

Das Phänomen des interzonalen Schadstofftransfers ist der unkontrollierte und in der Regel unerwünschte Übertritt von Schad- oder Geruchsstoffen von einem Raum bzw. Stockwerk eines Gebäudes zu einem davon abgetrennten Gebäudebereich. Diese schon in der Literatur beschriebenen Transferphänomene [1, 2] geben häufig Anlaß zu Beschwerden von Raumnutzern über Gerüche bzw. damit einhergehenden Gesundheitsbeeinträchtigungen. Es zeigte sich, daß dieses Phänomen vor allem bei neueren Gebäuden (Betonplattenbauten) mit unzureichender Abdichtung der Betonfugen, in Gebäuden mit Garagenräumen [3], aber auch in Altbauten auftritt. Wenn das Phänomen in Gebäuden mit einer zentralen Klimaanlage auftritt, unterscheiden sich die Ursachen jedoch meist grundsätzlich von den oben erwähnten Fällen.

Bedingt durch den unkontrollierten Übertritt von Geruchsstoffen von z.B. Garagen, Gastgewerbebetrieben oder Gewerbebetrieben kommt es zu einer hygienisch bedenklichen Exposition der Raumnutzer gegenüber KFZ-Abgasen, toxischen Benzinbestandteilen, Zigarettenrauch oder WC- und Küchengerüchen. Wahrnehmbare Gerüche werden als Belästigung empfunden, sind als maßgebliche Beeinträchtigung der Wohnqualität anzusehen und können im Extremfall Gesundheitsbeeinträchtigungen verursachen [4, 5]. Starke Gerüche führen mitunter zu einer völligen Unbenutzbarkeit von Büros oder Wohnungen. Bei der Festlegung von Richtwerten für die Innenraumluft wird ein Überschreiten des Geruchsschwellenwertes als eine über das übliche Maß hinausgehende, hygienisch unerwünschte Belastung der Raumluft bezeichnet [6]. Es besteht weiters die Möglichkeit, daß die Konzentration an Substanzen mit besonderem Schädigungspotential in

den betroffenen Räumen ansteigt (z.B. krebserzeugendes Benzol als Bestandteil von Vergaserbenzin), wodurch gravierende raumlufthygienische Probleme entstehen können.

2 Problemstellung, Vorgangsweise

In zahlreichen Fällen treten in Innenräumen Gerüche auf, deren Herkunft unbekannt sind und deren Quelle sich nicht im betroffenen Raum befinden. Obwohl das Problem des interzonalen Geruchstransfers der Bauwirtschaft bzw. Wohnhauserhaltern hinlänglich bekannt ist, fehlen systematische Daten zu diesem weitverbreiteten Phänomen. Es ist nur unzulänglich bekannt, in welchem Ausmaß dieses Phänomen auftritt, ob bestimmte Bauweisen besonders betroffen sind und in welchem Umfang eine Belastung der Innenraumluft besteht.

In der vorliegenden Studie soll anhand mehrerer typischer Fallbeispiele eine zielführende Zugangsweisen zu dem Problem beschrieben werden, die sich in der Praxis bewährt hat. Berichtet wird über die Beschwerde-Symptomatik sowie das Auffinden der oft komplexen Ursachen der Gerüche mittels unterschiedlichen analytischen Techniken. Die behandelten Fälle betreffen sowohl klimatisierte wie auch konventionell belüftete Gebäude. Es wird der Ablauf der Messungen, die Sanierungsstrategien sowie die Maßnahmen zur Wirksamkeitskontrolle dargestellt.

3 Methodik

Zur Untersuchung des interzonalen Massentransfers wurde eine Tracergastechnik eingesetzt. Als Tracergas wurde das in der Umwelt praktisch nicht vorkommende Gas Schwefelhexafluorid (SF_6) eingesetzt, das sich in ähnlichen Fragestellungen bewährt hat. Die Detektion erfolgte mittels photoakustischer Infrarotspektroskopie. Die Methode wurde bereits für die unterschiedlichen Anwendungsbereiche vorgestellt [8, 9]. Tracergastechniken wurden in Einzelfällen erfolgreich dazu verwendet, Luftströmungen in Gebäuden zu quantifizieren [10, 11] bzw. interzonalen Massentransfer zu charakterisieren [1, 2].

4 Fallbeispiele

4.1 Zentral klimatisiertes Bürohaus - Garagengerüche in einer Arztordination

In einem zum Zeitpunkt der Untersuchungen ein Jahr altem, zentral klimatisierten, multifunktionalen mehrstöckigen Gebäude mit Büros, Verkaufslokalen und einer Arztordination traten vor allem in den Ordinationsräumen im 2. Obergeschoß starke Garagengerüche, an manchen Tagen auch Gerüche nach Benzin und verfaultem Wasser auf. Die Mehrheit der Mitarbeiter der Ordination klagte während der Arbeitszeit über

Antriebslosigkeit, Kopfschmerzen, Bindehautreizungen und Schleimhautreizungen, wodurch sich die Krankenstandszeiten signifikant erhöhten.

Es wurde vermutet, daß die Gerüche durch die Klimaanlage aus der dreigeschoßigen Tiefgarage im Gebäude verteilt werden. Die Tiefgarage wurde nicht von der Klimaanlage belüftet, sondern hatte einen zentralen Entlüftungsschacht, über den die Garagenluft fallweise über Dach entlüftet wurde. Zur Abklärung, ob ein Stofftransfer von der Tiefgarage in die Ordinationsräume möglich ist, erfolgte an mehreren Stellen der Garage eine stoßweise Freisetzung von SF₆. Das Tracergas wurde durch die Bewegung eines PKWs verteilt. Etwa 5 Minuten nach Freisetzung des Tracergases konnte ein merkbarer Anstieg der Konzentration an SF₆ sowohl in einem Deckeneinlaß als auch mit einer gewissen Phasenverschiebung in der Raumluft der Ordinationsräume beobachtet werden (Abb. 1).

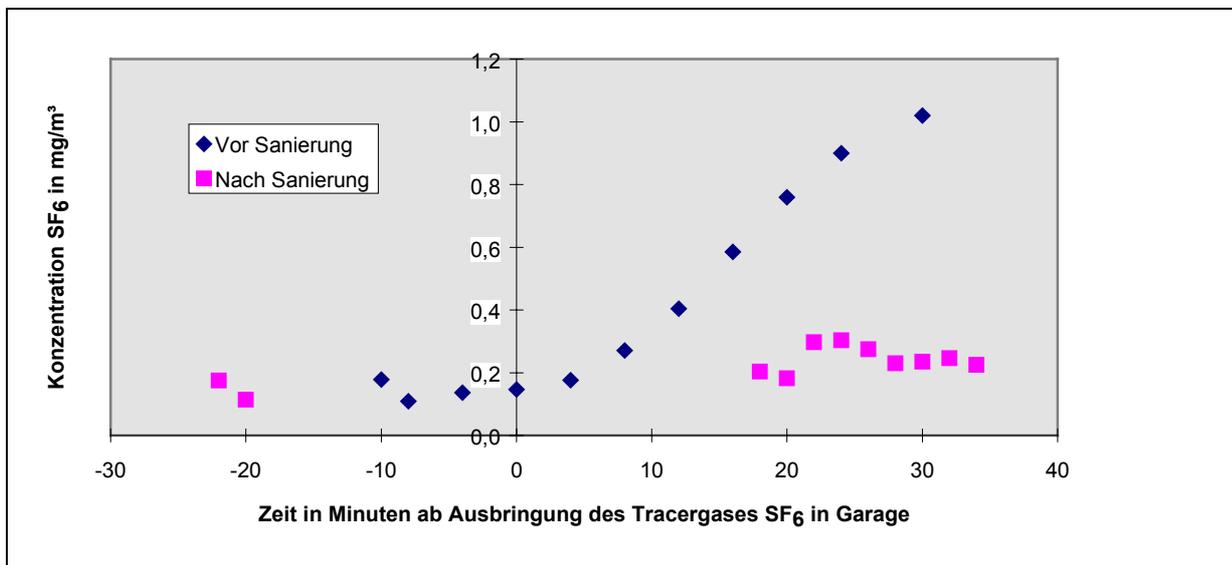


Abb. 1: Konzentration an SF₆ in der Raumluft der Arztordination

Oberhalb der abgehängten Decke in den Ordinationsräumlichkeiten konnten hohe Konzentrationen an SF₆ detektiert werden, weitergehende visuelle Untersuchungen ergaben, daß sich in dem gemauerten vertikalen Schacht der Garagenentlüftung eine Öffnung zum Luftraum oberhalb der Zwischendecke von etwa 1 x 1 m befand, es handelte sich dabei um einen eindeutigen Baumangel. Ein relevanter Eintrittsweg der Gerüche von der Tiefgarage war daher folgender: Tiefgarage ➔ Fugen zwischen Entlüftungsschacht und Garagendecke ➔ Zwischenraum zwischen gemauertem Schacht und Blechkanal der Garagenentlüftung ➔ Öffnung ➔ Luftraum oberhalb der Zwischendecke ➔ Raumluft der Ordination.

Da nach Verschließen der Öffnung nach wie vor in der Zuluft SF₆ nachgewiesen werden konnte, mußte ein weiterer Durchtrittsweg an Geruchsstoffen von der Garage bestehen.

Messungen der Zuluft unmittelbar nach dem Rotationswärmetauscher in der Klimazentrale ergaben höhere Konzentrationen an SF₆ als in der Abluft, wodurch ein Kurzschluß im Wärmetauscher ausgeschlossen werden konnte. Durch genaue Untersuchungen des Frischluftkanals konnte festgestellt werden, daß der Blechkanal eine Öffnung von etwa 5 x 60 cm im Bodenbereich hatte, es handelte sich dabei ebenfalls um einen Verarbeitungsfehler. Durch den Unterdruck, verursacht durch den Zuluftventilator, wurde Garagenluft über Rohrdurchbrüche in die Klimazentrale, von dort in den Frischluftkanal gesaugt und in der Folge im Gebäude verteilt.

Nach Verschließen sämtlicher Durchtrittswege konnte der Garagengeruch nicht mehr wahrgenommen werden, auch Tracergasuntersuchungen ergaben, daß keine Infiltration von Stoffen aus der Tiefgarage stattfand.

4.2 Infiltration von Garagengerüchen in einen Wohnraum

Eine Wohnung einer Wohnhausanlage aus den achtziger Jahren befand sich direkt über einer ausschließlich von den Wohnungsmietern frequentierten Garage. Die Bewohner der Wohnung bemängelten fallweise auftretende Garagengerüche und klagten über Kopfschmerzen, Bindehautreizungen und trockenen Hals. Ein permanent betriebener Abluftventilator im WC der Wohnung, verbunden mit einer sehr geringen Fugenlüftung, bedingt durch dicht schließende Fenster, erzeugte Unterdruck in der Wohnung. Zur Abklärung, ob ein Stofftransfer von der Garage in die Wohnräume möglich ist, erfolgte in der Garage eine stoßweise Freisetzung von SF₆. Unmittelbar nach der Freisetzung konnte SF₆ in der Raumluft der Wohnung nachgewiesen werden, wobei in der Trittschalldämmung jeweils deutlich höhere Konzentrationen detektiert wurden. Über nicht vergossene Fugen zwischen



den in der Decke und den Wänden eingesetzten Betonfertigteilen wurde kontaminierte Garagenluft in die Wohnung gesaugt (Abb. 2).

Abb. 2: Durchtrittswege Betonfugen, Ansicht von Garage, Dämmstoff durch Rußfilterung schwarz gefärbt

Ohne Rücksprache wurden von der Hausverwaltung die Fugen im Garagenbereich mittels eines mehrkomponentigen Polyesterharzes, bei dem Styrol als Reaktionslösemittel einge-

setzt wurde, abgedichtet. In der Folge wurde von dem Mieter ein stechender Geruch wahrgenommen, es traten weitere gesundheitliche Beschwerden auf. Berichtet wurde von Reizungen der Atemwege und Kopfschmerzen. Messungen flüchtiger Kohlenwasserstoffe ergaben leicht erhöhte Konzentrationen an diversen flüchtigen Kohlenwasserstoffen sowie an monomerem Styrol.

In der Raumluft der zu beschreibenden Wohnung wurde eine Konzentration von $0,20 \text{ mg/m}^3$, in der Trittschalldämmung $1,8 \text{ mg/m}^3$ Styrol nachgewiesen. In Anbetracht der niedrigen Geruchsschwelle und weiterer gesundheitlicher Wirkungen wird vom Arbeitskreis Innenraumluft am BMLFUW [12] als Qualitätsziel $0,04 \text{ mg/m}^3$ gefordert.

In der Folge wurde die Styrol emittierende Dichtmasse wieder entfernt, wodurch sich jedoch noch keine merkbare Verbesserung der Geruchssituation ergab. Eine Senkung konnte durch das Anbringen von drei Absaugrohren (außen $\varnothing 25 \text{ mm}$) und Absaugung der Luft aus der Trittschalldämmung mittels eines Seitenkanalverdichters (Nennleistung $200 \text{ m}^3/\text{h}$) erreicht werden. Die Konzentration an Styrol in der Raumluft wurde damit auf sehr niedrige Werte gesenkt. Die zuletzt zielführende Maßnahme, die die Garagengerüche nachhaltig eliminierte, erfolgte durch Abdichtung der Wand-Deckenanschlüsse in der Garage mittels einer elastischen Dichtmasse, die nur sehr geringe Mengen an flüchtigen Kohlenwasserstoffen emittierte. Weiters wurde empfohlen, zum Ausgleich der vom Abluftventilator erzeugten Druckdifferenz Lufteinlassöffnungen in der Außenwand zu installieren.

Nach der Sanierung konnte durch Tracergasuntersuchungen nachgewiesen werden, daß kein Geruchstransfer aus der Garage in den Wohnraum gegeben war, es konnten keine Garagengerüche mehr wahrgenommen werden.

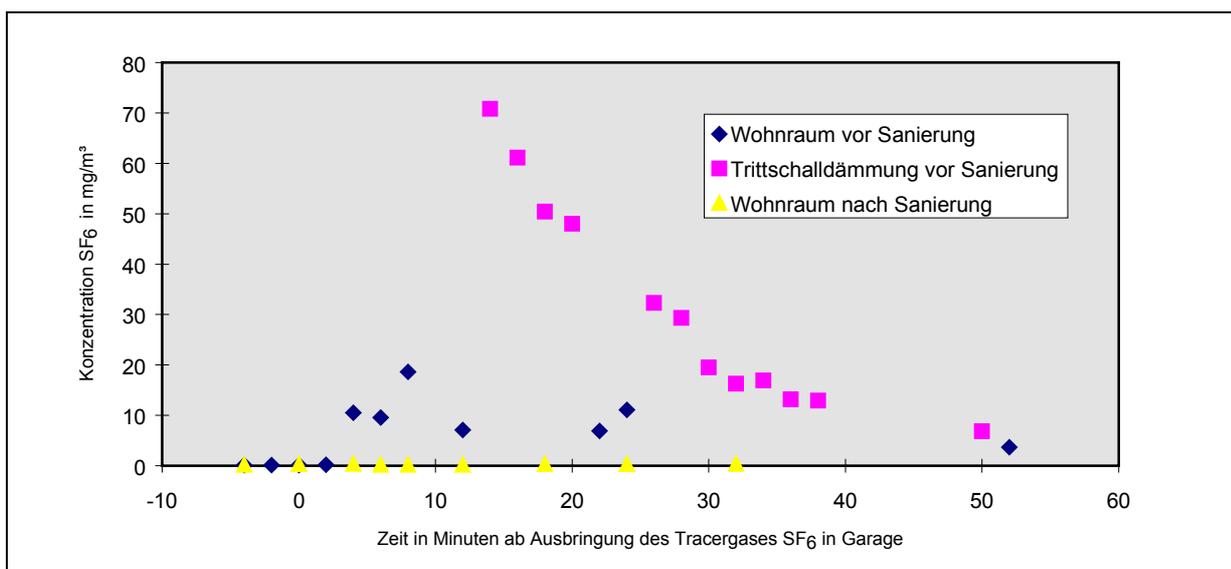
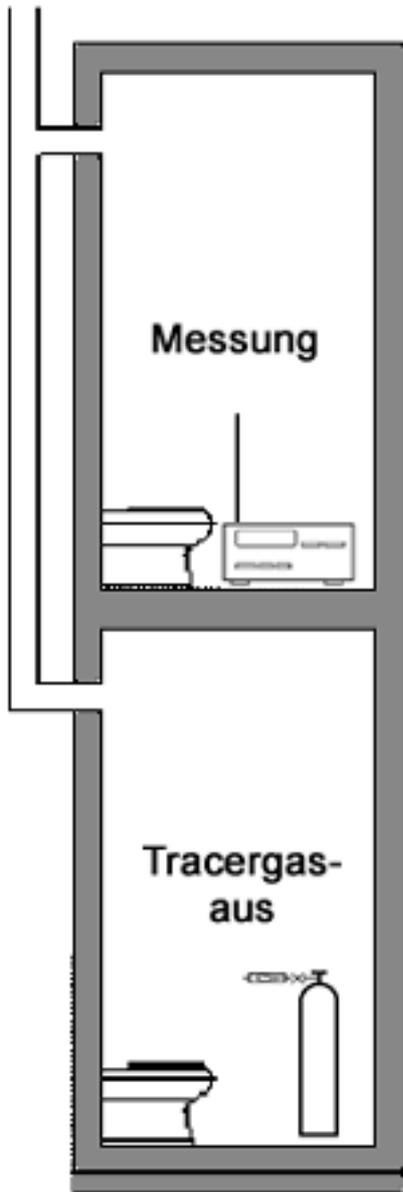


Abb. 3: Konzentration an SF₆ im Wohnraum und in der Trittschalldämmung

4.3 Toilettengerüche



Es sollte festgestellt werden, ob und in welchem Ausmaß über einen Sammelentlüftungsschacht Toilettengerüche von der Toilette einer Wohnung in die Toilette der unmittelbar darüberliegenden Wohnung einströmen kann.

In der Toilette der unteren Wohnung wurde SF_6 freigesetzt, wobei das ausströmende Gas mittels eines Ventilators im Raum verteilt wurde (Abb. 4). In beiden Toiletten wurde die Konzentrationen an SF_6 über einen bestimmten Zeitraum gemessen und zueinander in Beziehung gesetzt. Dies ergab den Anteil an kontaminierter Luft aus dem unteren Bereich in der Raumluft der oberen Toilette zum jeweiligen Zeitpunkt der Messung.

Anzumerken ist, daß die Ergebnisse derartiger Messungen stark von den Randparametern der Messung (Temperaturen außen und innen, Luftdruck, Windrichtung und -stärke) abhängig sind. Es ist daher zur Erfassung von Extremsituationen sinnvoll, unter worst-case Bedingungen zu untersuchen (Windstille, geringe Temperaturdifferenzen innen-außen, Niederdruckwetter).

Abb. 4: Untersuchung des Geruchstransfers von übereinander liegenden Toilettenanlagen in einem Mietshaus

Da sich bei den Messungen herausgestellt hat, daß ein relevanter Geruchstransfer besteht, wurden im Dachbereich ein zentralen Ventilator installiert. Durch diese Maßnahme konnte das Geruchsproblem gelöst werden.

4.4 Lüftungskurzschluß in einer Klimaanlage

In einem neuerbauten, zentral klimatisierten Universitätszentrum traten in zwei Hörsälen Küchengerüche auf. Sowohl Studenten als auch Vortragende berichteten unter anderem über Konzentrationsstörungen, Übelkeit und schnelle Ermüdung. Aufgrund der Qualität der Gerüche wurde vermutet, daß die im gleichen Gebäude befindliche Mensa als Quelle der Gerüche anzusehen ist. Das Lüftungssystem der Mensa war bis auf die zentralen Frischluft- und Fortluftkanäle vom Lüftungssystem der Hörsäle getrennt. Um zu überprüfen, ob die Mensa als Quelle der Gerüche in Frage kommt, erfolgte dort eine konstante Freisetzung von SF_6 .

Sowohl in der Raumluft als auch in den Zuluftöffnungen der betroffenen Hörsäle konnte SF_6 in zeitlich ansteigenden Konzentrationen nachgewiesen werden. Da kein SF_6 im Frischlufteinlaß der Klimageräte am Dach nachgewiesen werden konnte (Abb. 5), wurde ein Lüftungskurzschluß zwischen Fortluftauslaß - Mensa bzw. Entlüftung der Kochstellen und Frischlufteinlaß - Hörsäle, d.h. ein Wiedereintritt von Fortluft über Dach ausgeschlossen.



Als nächster Schritt wurden die Rohrleitungen in der Klimazentrale untersucht. Messungen mittels Rauchpatronen ergaben, daß die Strömungsrichtung sowohl des Frischluftkanals als auch des Fortluftkanales zur und von der Mischkammer im Klimagerät - Mensa umgekehrt war, wodurch Fortluft aus dem zentralen Fortluftkanal in den zentralen Frischluftkanal gedrückt wurde. Von hier gelangte die kontaminierte Luft in den Frischluftkanal des Klimagerätes - Hörsäle und in der Folge in die Hörsäle. Die primäre Ursache der Umkehrung der Strömungsrichtung war der stark verschmutzte Frischluftfilter.

Abb. 5: Untersuchung des Geruchstransfers über Dach, im Vordergrund Auslass Entlüftung Kochstellen Mensa, im Hintergrund Frischlufteinlaß Mensa/ Hörsäle



Abb. 6: Fehlende Abdichtung im Bereich Trennwand zentraler Fortluft-/Frischlufthkanal

Abb. 7: Verstärkter Massentransfer von Fortluft- zu Frischluftkanal durch Falzen im Blech

Auch in diesem Fall handelte es sich um ein multifaktorielles Problem. Durch die veränderten Druckverhältnisse wurde zusätzlich in großen Mengen kontaminierte Fortluft über Öffnungen in der gemeinsamen Blech-Trennwand vom zentralen Fortluftkanal in den zentralen Frischluftkanal gedrückt (Abb. 6 und 7). Dieser Massentransfer wäre auch bei funktionsfähigen Frischluftfiltern nicht auszuschließen.

Nach Einbau neuer Filter und Abdichtung der offenen Fugen im Frischluftkanal konnte durch Tracergasuntersuchungen nachgewiesen werden, daß kein Geruchstransfer aus der Mensa in die Hörsäle gegeben war, es konnten in den Hörsälen keine Mensagerüche mehr wahrgenommen werden.

5 Diskussion

Die Tracergasmethode erweist sich als sehr hilfreiches und in der Regel aussagekräftiges Instrument, Geruchsprobleme in Gebäuden in Zusammenhang mit Luftströmungen in Gebäuden zu untersuchen und damit einer Lösung zuzuführen. Die Methode ist leicht anzuwenden und liefert nicht nur Ja/ Nein – Entscheidungen, sondern auch numerische Messwerte als Grundlage zur Berechnung des Ausmaßes eines Durchtritts. Vor allem werden sofort verfügbare Ergebnisse erzielt, was diese Methode gegenüber anderen Analyseverfahren in der Gebäuediagnostik auszeichnet [13].

6 Literatur

Literatur beim Verfasser unter p.tappler@innenraumanalytik.at erhältlich.