



Hartwig Schreiner

Diplom-Chemiker, Fachtoxikologe

von der IHK Nürnberg öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Luftschadstoffe in Innenräumen – Messung, Beurteilung, Sanierung

Untersuchungsbericht Nr. 16042

Maßnahme:

Abschließende Messungen
auf
flüchtige organische Verbindungen
VOC
vor Nutzung der Räume

Objekt:

Gymnasium Ottobrunn, Bauteil C
Karl-Stieler-Str. 1
85521 Ottobrunn

Auftraggeber:

Zweckverband staatliche weiterführende Schulen
im Südosten des Landkreises München
Prof.-Messerschmitt-Str. 3
85579 Neubiberg

April 2016

Sachverständigenbüro H. Schreiner

Büro Nürnberg: Am Wiesengrund 4
91207 Lauf a.d.Pegnitz
info@svb-schreiner.de

Dieser Bericht umfasst 6 Seiten

Ihr Partner für Gebäudeschadstoffe und Innenraumdiagnostik

Büro München: Jahnweg 5
85375 Neufahrn
www.svb-schreiner.de



1. Auftrag

Der Zweckverband staatliche weiterführende Schulen im Südosten des Landkreises München beauftragte das Sachverständigenbüro H. Schreiner mit den abschließenden Messungen auf flüchtige organische Verbindungen (VOC, volatile organic compounds) im Bauteil C des Gymnasiums Ottobrunn, Karl-Stieler-Str.1, vor erneuter Nutzung der Räume.

Nachdem die Untersuchungen im Bauteil C (siehe Berichte Nr. 16022/ 16031) vom 19.2. und 7.3.2016 im 2.OG bereits TVOC Gehalte unter $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jedoch im 1.OG noch Werte darüber ergeben hatte, sollten nunmehr letzte Messungen vor erneuter Nutzung erfolgen. Diese sollten aufzeigen, ob nach weiterem Abklingen der flüchtigen organischen Verbindungen die Nutzung der Räume auch im 1.OG und EG unbedenklich ist.

2. Bewertungsgrundlagen

Leichtflüchtige Substanzen sind in nahezu allen Innenräumen nachweisbar. Da sie in erhöhten Konzentrationen gesundheitliche Probleme wie z.B. Schleimhautreizungen, Kopfschmerzen und erhöhte Infektanfälligkeit hervorrufen können, ist die Messung dieser Verbindungen im Innenraum ein wichtiger Schritt zur Bewertung gesundheitlicher Risiken.

2.1. Leitwerte für TVOC in der Innenraumluft (2007):

Da die Innenraumluft viele organische Verbindungen enthält und Richtwerte nur für relativ wenige Einzelverunreinigungen zur Verfügung stehen, hat der „Ausschuss für Innenraumrichtwerte“ (eine Kommission des Umweltbundesamtes) Maßstäbe zur Beurteilung von flüchtigen organischen Verbindungen in der Innenraumluftqualität mit Hilfe der TVOC-Werte (Summe VOC) erarbeitet. Zur Verdeutlichung der Unsicherheiten, die bei der Ableitung vorlagen, wurden nicht einzelne Zahlenwerte, sondern Konzentrationsbereiche angegeben.

Für die Bewertung von TVOC-Werten wurden 5 Stufen definiert und für die einzelnen Stufen wurden bestimmte Maßnahmen empfohlen:

Stufe	Konzentrationsbereich TVOC	Hygienische Bewertung
1	$\leq 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$	hygienisch unbedenklich
2	$> 300 - 1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	hygienisch noch unbedenklich, sofern keine Richtwertüberschreitungen für Einzelstoffe bzw. Stoffgruppen vorliegen
3	$> 1.000 - 3.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	hygienisch auffällig
4	$> 3.000 - 10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	hygienisch bedenklich
5	$> 10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	hygienisch inakzeptabel



Wegen der Vielfalt der Zusammensetzung möglicher VOC-Spektren eignet sich die Betrachtung der VOC-Summenkonzentration allein in der Regel nicht für gesundheitliche Bewertungen, sondern sollte vielmehr als ein Indikator für die Gesamtsituation verstanden werden. Gezielte Einzelstoffbetrachtungen müssen bei auffälligen VOC-Summenkonzentrationen daher immer die Bewertung der Messergebnisse vertiefen.

Die Einstufung in Stufe 3 „hygienisch auffällig“ hat beispielsweise zur Folge, dass eine Nutzung der Räume nur befristet akzeptabel ist. Es ist zu klären, ob Richtwertüberschreitungen einzelner VOC vorliegen. Eine Quellensuche sollte durchgeführt werden und das Lüftungsverhalten ist zu überprüfen, ggf. sind Nutzungs- und Lüftungsbedingungen festzulegen. Kontrollmessungen sind nach ca. einem Monat empfohlen, weitere Maßnahmen sind abzuleiten.

Stufe	Empfehlungen zum weiteren Vorgehen
1	Keine weiteren Maßnahmen, sofern einzelstoffbezogene Richtwertüberschreitungen ausgeschlossen sind
2	neben Stufe 1 ausreichende Belüftung, VOC-Quellen-Ermittlung, Prüfung der Raumpflegemittel, Nachmessung zur Kontrolle von Richtwertüberschreitungen unter Nutzungsbedingungen
3	neben Stufe 2 intensive Belüftung mit gegebenenfalls Nutzungs- und Lüftungsplan, VOC-Quellen-Ermittlung, Prüfung der Raumpflegemittel, Nachmessung zur Kontrolle von Richtwertüberschreitungen unter Nutzungsbedingungen, auffällige Referenzwertüberschreitungen auf gesundheitliche Relevanz prüfen; Kontrollmessung nach ca. 1 Monat unter Nutzungsbedingungen; bei mehr als 12 Monate anhaltender TVOC-Belastung über $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ adäquate Sanierungsmaßnahmen
4	neben Stufe 3 umgehende Nachmessung zur Kontrolle von Richtwertüberschreitungen unter Nutzungsbedingungen, auffällige Referenzwertüberschreitungen auf gesundheitliche Relevanz prüfen; Aufenthalt nur mit zeitlicher Beschränkung und zeitlich befristet möglich (maximal 1 Monat); Kontrollmessung nach ca. 1 Monat unter Nutzungsbedingungen; bei erneuter Überschreitung von $3.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ adäquate Sanierungsmaßnahmen
5	neben Stufe 4 umgehende Nachmessung zur Kontrolle von Richtwertüberschreitungen unter Nutzungsbedingungen, Kontrollmessung nach ca. 1 Monat unter Nutzungsbedingungen; bei erneuter Überschreitung von $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Aussetzung der Raumnutzung, Sanierung

(Quelle: Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen, BGeshBl. 7-2007).

2.2. Richtwerte für VOC-Einzelverbindungen:

Die vom „Ausschuss für Innenraumrichtwerte“ toxikologisch abgeleiteten Richtwerte sind in der Anlage dieses Gutachtens mit dem Jahr ihrer Festlegung vollständig aufgelistet.

Dort finden sich die Richtwerte für Styrol mit dem RW I von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aus dem Jahr 1998, aber auch viele weitere VOC, wie z.B. verschiedene Ester, Glykolether oder aliphatische



höhere Alkane, welche heute die klassischen aromatischen Lösungsmittel in vielen Anwendungen abgelöst haben und gesundheitlich relevant sind.

Richtwert II (RW II) ist ein wirkungsbezogener, begründeter Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes stützt. Er stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen bzw. Überschreiten unverzüglich Handlungsbedarf besteht, da diese Konzentration geeignet ist, insbesondere für empfindliche Personen bei Daueraufenthalt in den Räumen eine gesundheitliche Gefährdung darzustellen.

Richtwert I (RW I) ist die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft, bei der nach gegenwärtigem Erkenntnisstand auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Eine Überschreitung ist mit einer über das übliche Maß hinausgehenden, hygienisch unerwünschten Belastung verbunden.

Aus Vorsorgegründen besteht auch im Konzentrationsbereich zwischen RW I und RW II Handlungsbedarf. Der RW I wird vom RW II durch Einführen eines zusätzlichen Faktors abgeleitet. Der RW I kann als Sanierungszielwert dienen.

Eine gesundheitliche Beurteilung auf der Grundlage von Richtwerten hat durch Messung unter Nutzungsbedingungen zu erfolgen.

2.3 Weitere Bewertungsmöglichkeiten: Orientierungswerte (OW):

Für diejenigen VOC in der Innenraumluft, für die bisher keine Richtwerte existieren, sind andere, nicht toxikologisch begründete Bewertungsmaßstäbe heranzuziehen.

Eine Möglichkeit besteht im Vergleich der Ergebnisse mit üblicherweise vorkommenden Konzentrationen in Innenräumen. Solche Orientierungswerte werden aus Studien über Innenraumlufthygiene statistisch abgeleitet. Ihnen liegt eine Vielzahl von Messergebnissen zugrunde (z.B. über 2000 Raumluftmessungen bei den Orientierungswerten der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute AGÖF). Sie geben somit eine übliche Hintergrundbelastung in Innenräumen wieder. Der 90%- Wert der Häufigkeitsverteilung (P 90) wird in der Regel als Beurteilungsmaßstab herangezogen. In Einzelfällen werden aufgrund bekannter Wirkung oder niedriger Geruchsschwellen auch niedrigere Orientierungswerte festgelegt.

Werte die deutlich über den Orientierungswerten liegen, geben somit Hinweise auf vorhandene Quellen auch für solche Verbindungen, die in diesen Konzentrationen toxikologisch wenig relevant sind. Zum Beispiel liegt der AGÖF- Orientierungswert von Aceton bei $161 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der OW von Isopropanol bei $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und von Essigsäure bei $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



3. Ergebnisse und deren Beurteilung

Die Messungen der Raumluft auf VOC erfolgten in den Räumen O62 und O67 im 1.OG sowie in E64 im EG als Kurzzeitmessung über 30 min auf Tenax TA als Adsorbens nach Ende der Renovierungsarbeiten am 2.4.2016 bei Außenlufttemperaturen T_a von 12°C in beheizten Räumen (21°C) nachdem diese über Nacht nicht mehr belüftet worden waren (Worst-Case).

Da eine gesundheitliche Bewertung von einzelnen VOC Verbindungen durch Vergleich mit ihren toxikologisch abgeleiteten Richtwerten RW I /RW II unter Worst-Case Bedingungen jedoch nicht möglich ist, wurden im Anschluss an diese erste Messreihe Nachmessungen unter Nutzungsbedingungen durchgeführt. Da aktuell keine Nutzung stattfand wurde diese durch Öffnen aller Fenster für 10 min mit anschließend 90 min geschlossenen Räumen vor erneuter Messung simuliert.

Die Analytik auf VOC wurde nach gaschromatischer Trennung und massenspektrometrischer Detektion (GC/MS) gemäß DIN ISO 16000-6 im Labor des Instituts Fresenius durchgeführt. Die vollständigen Analysenergebnisse befinden sich im Anhang dieses Gutachtens.

Die folgenden Tabellen zeigen zusammengefasst die Ergebnisse der Gesamtgehalte TVOC (total volatile organic compounds) sowie die relevanten VOC- Hauptkomponenten der beiden Messreihen unter Worst-Case bezüglich Lüftung sowie unter Nutzungssimulation mit Bewertung (s.a. Kap.2:) in den ausgewählten Räumen im 1. OG und EG des Bauteils C.

Worst Case Messungen (W: > 8 Std, über Nacht unbelüftet):

Höchste rel Einzel-VOC	BT – C 1.OG Raum			RW I / II (IRK/AOLG)	OW (AGÖF)
	O 62 W	O 67 W	E 64 W		
C9-C14 Alkane	14	6	7	200 / 2.000	---
2-Butanon	27	34	41	---	33
Ethylacetat	51	75	55	600 / 6.000	23
n-Butylacetat	31	23	19	---	27
Methoxy-2-propanol	17	18	23	1.000 / 10.000	14
DEGEE	45	48	40	700 / 2.000	7,0
DEGBE	37	36	40	400 / 1.000	8,0

Leitwert TVOC (s.a. Kap.2)

Stufe 2

TVOC (C6-16)	530	530	700	300 - 1.000
--------------	-----	-----	-----	--------------------



Messung bei simulierter Nutzung (N: 10 min gelüftet, 90 min geschlossen gehalten)

Höchste rel Einzel-VOC	BT – C 1.OG Raum			RW I / II (IRK/AOLG)	OW (AGÖF)
	O 62 N	O 67 N	E 64 N		
C9-C14 Alkane	< 1	3	3	200 / 2.000	---
2-Butanon	10	14	13		33
Ethylacetat	18	28	18	600 / 6.000	23
n-Butylacetat	5	10	6	---	27
Methoxy-2-propanol	6	8	8	1.000/10.000	14
DEGEE	5	24	27	700 / 2.000	7,0
DEGBE	12	30	32	400 / 1.000	8,0

Leitwert TVOC (s.a. Kap.2)

Stufe 1

TVOC (C6-16)	140	270	280	≤ 300
--------------	-----	-----	-----	-------

Nachdem bei den Vormessungen am 19.2. im 1.OG noch erhöhte TVOC- Werte gemessen worden waren, lagen bei der Messreihe vom 7.3.2016 bereits alle TVOC unter $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bei den Einzelverbindungen gab es schon bei diesen Worst-Case Messungen (> 8 Std. über Nacht unbelüftet) keine Überschreitung eines Vorsorge-Richtwertes RW I.

Diese Gehalte wurden bei den nutzungsbedingten Messungen mit 140 bis $280 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erwartungsgemäß weiter reduziert und lagen nun in der niedrigsten Stufe 1 von unter $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Auch der Vergleich mit üblichen Hintergrundwerten (OW) zeigt, dass diese nun nahezu erreicht wurden. Insbesondere Ethylacetat, das bei den Vormessungen noch deutlich höher war, hat übliche Konzentrationen erreicht. Einzig die zuletzt eingebrachten Glykolether (Diethylenglykol-ethylether DEGEE und –buthylether DEGBE) lagen noch geringfügig darüber.

Die Räume im Bauteil C des Gymnasiums Ottobrunn können als hygienisch unbedenklich eingestuft werden, weiterführende Maßnahmen sind aus sachverständiger Sicht nicht mehr erforderlich.

Neufahrn, den 11.4.2016

Hartwig Schreiner



Sachverständigenbüro H. Schreiner

Ihr Partner für Gebäudeschadstoffe und Innenraumdiagnostik

Anlage: Richtwerte des „Ausschusses für Innenraumrichtwerte“
Laborergebnisse SGS- Institut Fresenius lfd.Nr. 5- 10