



Bericht

Nr. 2110967

29.09.2011

**Untersuchung der Raumlufte auf
flüchtige organische Verbindungen (VOC)**
Objekt: Dreikönigenschule

OGS-Bereich

Auftraggeber:

GMN Neuss, Meererhof 1, Neuss

SB: Frau A. Schiefke

**biomess Ingenieurbüro GmbH
Dipl.-Ing. M. Obeloer
Herzbroicher Weg 49
41352 Korschenbroich
T: 02161- 642114**

Niederlassung:
Albertus- Magnus- Str. 19 • 33335 Gütersloh

1 Allgemeines

1.1 Berichtsdaten:

Der Bericht besteht aus 8 Seiten und einem Anhang von 3 Seiten (Ergebnistabellen der Analyse).

1.2 Aufgabenstellung

Aus der Lehrerschaft wurden Beschwerden geführt über vorherrschende schlechte Gerüche in den Räumen der offenen Ganztagschule (OGS) der Dreikönigenschule. Eine Messung flüchtiger organischer Substanzen (FOV, engl.:VOC) sollte ein evtl. vorliegendes Problem durch erhöhte Baustoffemissionen feststellen bzw. entkräften.

2 Untersuchung auf flüchtige organische Verbindungen

Die Probenahme erfolgte wie in der nachfolgenden Tabelle angegeben:

2.1 Probenahmeparameter FOV/VOC

Probenummer	F1542-4	F1543-3
Messort	Raum III	Raum Leiterin
Messpumpe	Desaga GS301	Desaga GS301
Probenahmedatum	26.09.2011	26.09.2011
Probenahmedauer	20 Min.	20 Min.
Adsorbens	Tenax TA	Tenax TA
Probenahmevermögen [L]	3 Liter	3 Liter
Temperatur [°C] ¹	22,29 °C	22,70 °C
Luftfeuchte [%rF]	62,29	64,6
Luftdruck [mb]	1010,6	1010,6
Immissionshöhe ca. [m]	1,00	1,00
Analyselabor	Hygieneinstitut des Ruhrgebietes	Hygieneinstitut des Ruhrgebietes
Nichtlüftung vor Probenahme	> 3 Stunden	Während der Probenahme war ein Fenster einen Spalt weit geöffnet. Dies wurde durch den Probennehmer nicht bemerkt.
Probennehmer	Michael Obeloer	Michael Obeloer

Tabelle 1: Probenahmeparameter

Der Raum der OGS- Leiterin wurde als der geruchsintensivste Raum geschildert, weshalb die Probenahme dort vorgenommen wurde. Weiterhin wurde ein typischer Gruppenraum (Raum III) untersucht.

¹ Verwendete Messmittel zur Bestimmung der raumklimatischen Parameter:
Messung Nr. 1 - Ahlborn almemo- 2290-x mit Fühler FHA646

3 Analyseergebnisse der FOV Messung

3.1 Analyse (Messergebnisse der FOV-Messungen)

Die Untersuchung des Probenahmeröhrchens und die Analysen erfolgten durch ein von uns beauftragtes Labor (Hygiene-Institut des Ruhrgebietes e. V., Gelsenkirchen). Das Labor besitzt ein Qualitätssicherungssystem nach EN 45001 und arbeitet nach den GLP (**G**ute **L**abor- **P**raxis)- Grundsätzen.

3.2 Ergebnisse der Analyse auf VOC:

Die ermittelten Messwerte zeigen die Analyseberichte des Hygiene-Institutes, Gelsenkirchen im Berichtsanhang.

3.3 Beurteilung der Ergebnisse (Messung flüchtiger organischer Verbindungen - FOV)

3.3.1 Bewertungskriterien / Richtwerte für die Innenraumluft für VOC

Für die Bewertung wird der zunächst der sog. TVOC- Wert herangezogen. Das ist die Gesamtsumme aller flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft. Die VDI- Richtlinie VDI4300 definiert einen TVOC- Wert, der sich auf eine Auswahl von Verbindungen beschränkt, um den Analyseaufwand in Grenzen zu halten. Im Laufe der folgenden Berechnungen wird auch dieser herangezogen. Deshalb wird in diesem Bericht zwischen dem TVOC aller ermittelten Substanzen und dem TVOC-wert nach der Richtlinie VDI4300 unterschieden.

Die Beurteilung von Verunreinigungen der Innenraumluft beruht auf einer Bewertungsrangfolge, die toxikologisch abgeleitete Richtwerte für einzelne Substanzen oder Substanzgruppen heranzieht sowie als vergleichende Bewertung sich an statistischen Werten (Referenzwerte von Einzelstoffen und dem TVOC-Wert) orientiert. Diese Empfehlung gilt für den privaten Innenraum, für den öffentlichen Bereich sowie für Arbeitsplätze ohne Umgang mit Gefahrstoffen. Nach Auffassung der Adhoc-Arbeitsgruppe des Umweltbundesamtes ist der Richtwert I (RW I) die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft, bis zu der im Rahmen einer Einzelstoffbetrachtung auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Bei Konzentrationen in der Raumluft oberhalb des Richtwertes II (RW II) sind gesundheitliche Gefahren bei empfindlichen Raumnutzern nicht mehr mit hinreichender Wahrscheinlichkeit auszuschließen.

Abgeleitet wurden RW I und RW II-Werte entsprechend einem Basisschema für die nachfolgend genannten Stoffe:

Quelle: <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/innenraumhygiene/richtwerte-irluft.htm>; (Mai. 2011)

Verbindung	Richtwert II (mg/m ³)	Richtwert I (mg/m ³)	Jahr der Festlegung
2-Furaldehyd (Furfural)	0,1	0,01	2011
Benzaldehyd	0,2	0,02	2010
Benzylalkohol	4	0,4	2010
Monozyklische Monoterpene (Leitsubstanz <i>d-Limonen</i>)	10	1	2010
Aldehyde, C4 bis C11 (gesättigt, azyklisch, aliphatisch)	2	0,1	2009
Kohlendioxid	2000 ppm (hygienisch inakzeptabel)	1000 ppm (hygienisch unbedenklich)	2008
C9 – C14-Alkane / Isoalkane (aromatenarm)	2	0,2	2005
Naphthalin	0,020	0,002 ¹⁾	2004
Terpene, bicyclisch (Leitsubstanz <i>α-Pinen</i>)	2	0,2	2003
Tris(2- chloroethyl)phosphat (TCEP)	0,05 ²⁾	0,005 ²⁾	2002
TVOC	Siehe Erläuterungen im folgenden Text		1999
Quecksilber (als metallischer Dampf)	0,00035	0,000035	1999
Styrol	0,3	0,030	1998
Stickstoffdioxid (NO ₂)	0,35 (30 Min- Wert) 0,06 (7 Tage- Wert)	-	1998
Dichlormethan	2 (24 h) ³⁾	0,2	1997
Kohlenmonoxid	60 (½ h) ³⁾ 15 (8 h) ³⁾	6 (½ h) ³⁾ 1,5 (8 h) ³⁾	1997
Pentachlorphenol (PCP)	0,001	0,0001	1997
Toluol	3	0,3	1996
Dimethylsiloxane (D3-D5)	4 mg / m ³	0,4 mg / m ³	2011

¹⁾ Der RW I-Wert dürfte Schutz auch vor geruchlichen Belästigungen bieten.

²⁾ Obwohl die Ergebnisse tierexperimenteller Studien auf ein krebserzeugendes Potenzial der Verbindung hinweisen und für krebserzeugende Stoffe das Basisschema zur Richtwertableitung keine Anwendung finden sollte, sieht die Kommission aufgrund des Fehlens eindeutiger Hinweise zur Genotoxizität und des Bedarfs an Orientierungshilfen die Ableitung von Richtwerten für TCEP als vertretbar an.

³⁾ In Klammern ist, soweit er ausdrücklich festgelegt wurde, ein Mittelungszeitraum angegeben, z. B. 24 Stunden (h).

Tabelle 2: RW I und RW II- Werte lt. Umweltbundesamt

Bei Konzentrationen oberhalb des RW II besteht unverzüglicher Handlungsbedarf, z.B. im Hinblick auf Sanierungsentscheidungen zur Verringerung der Exposition. Eine Schließung der Räume kann daher notwendig sein. Im Konzentrationsbereich zwischen RW I und RW II ist zunächst verstärkt zu lüften und zu reinigen. Wenn jedoch der Richtwert I nach wie vor überschritten wird, werden in einem zweiten Schritt weitergehende Maßnahmen empfohlen. Die nachfolgende Empfehlung zur Anwendung von TVOC-Werten präzisiert das TVOC-Konzept von Seifert (1999) und gliedert sich in 5 Stufen. Unter der Voraussetzung, dass die toxikologisch begründeten Richtwerte von Einzelstoffen nicht überschritten werden, gilt:

- Stufe 1: TVOC-Wert $< 0,3 \text{ mg/m}^3$: hygienisch unbedenklich, Zielwert.
- Stufe 2: TVOC-Wert $>0,3-1 \text{ mg/m}^3$: hygienisch noch unbedenklich, erhöhter Lüftungsbedarf.
- Stufe 3: TVOC-Wert $>1-3 \text{ mg/m}^3$: hygienisch auffällig, befristet (< 12 Monate) als Obergrenze für Räume, die für einen längerfristigen Aufenthalt bestimmt sind.
- Stufe 4: TVOC-Wert $>3-10 \text{ mg/m}^3$: hygienisch bedenklich, Raum befristet (maximal 1 Monat) und bei verstärkter Lüftung nutzbar.
- Stufe 5: TVOC-Wert $>10-25 \text{ mg/m}^3$: hygienisch inakzeptabel. Die Raumnutzung ist allenfalls vorübergehend täglich (stundenweise) und bei Durchführung verstärkter regelmäßiger Lüftungsmaßnahmen zumutbar.

Referenzwerte geben keinen Aufschluss über eine Gesundheitsgefährdung. Es wird lediglich ausgesagt, dass der überwiegende Teil der Bevölkerung in einer vergleichbaren Größenordnung exponiert ist. Auch im Bereich der Innenraummessungen sollten Referenzwerte möglichst zeitnah aktualisiert werden. Wird ein Referenzwert überschritten, sollte zunächst eine Plausibilitätsprüfung vorgenommen werden. Unter Berücksichtigung der Höhe der gefundenen Konzentration und der für die Substanz bekannten toxikologischen Eigenschaften ist zu ermitteln, ob diese Referenzwert-Überschreitung gesundheitliche Relevanz haben könnte, um ggf. eine Kontrollmessung zu veranlassen. Ergebnisse von Innenraumluftmessungen hängen erheblich von der Messstrategie, Lüftungssituation und raumklimatischen Faktoren ab.

3.4 Bewertung

Anhand der dargestellten Bewertungskriterien ergibt sich in den untersuchten Räumen eine Situation wie folgt:

TVOC- Werte Messort Raum III		Bewertung
Gesamtsumme VOC (TVOC; alle detektierten Substanzen)	234 µg/m ³	Stufe 1: TVOC-Wert < 0,3 mg/m ³ : hygienisch unbedenklich, Zielwert

Gegen die Richtwerte RW I / RW II wurde geprüft. Die Richtwerte wurden bei der Messung nicht überschritten.

TVOC- Werte Messort Raum Leiterin		Bewertung
Gesamtsumme VOC (TVOC; alle detektierten Substanzen)	179 µg/m ³	Stufe 1: TVOC-Wert < 0,3 mg/m ³ : hygienisch unbedenklich, Zielwert

Gegen die Richtwerte RW I / RW II wurde geprüft. Die Richtwerte wurden bei der Messung nicht überschritten.

4 Zusammenfassende Beurteilung der Messungen

Die Messungen im Büro der Leiterin und im Gruppenraum III ergaben keine auffälligen Ergebnisse. Auch angesichts der Tatsache, dass während der Messungen im Raum der Leiterin unbeabsichtigt ein Fenster einen kleinen Spalt weit aufstand und dadurch ein Verdünnungseffekt eintrat, werden sich dort die Messwerte nicht in einem kritischen Bereich erhöhen, wenn die üblichen Lüftungszeiten analog dem Leitfaden für die Innenraumlufthygiene in Schulgebäuden [5] eingehalten werden.

Nach einer mehr als dreistündigen Nichtlüftung ergab sich im Raum III lediglich ein Messwert von 234 µg/m³, der als vollkommen unbedenklich einzustufen ist. Solche Messwerte werden auch fast ausschließlich in älteren Gebäuden erreicht, in denen

die Baumasse über Jahre ausgedünstet ist und deshalb kaum noch flüchtige organische Substanzen enthält.

Es war an den Analysenergebnissen nicht abzulesen, dass flüchtige organische Substanzen den Geruch in den Räumen verursachen, der reklamiert wird.

Solche Gerüche rühren in Schulgebäuden meist daher, dass der Lüftungsstatus über das ganze Jahr gesehen schlecht ist. Die genutzten Räume werden eigentlich nur tagsüber gelüftet und sind dann meist für mehr als 16 Stunden in einem unbelüfteten Zustand. Insbesondere an Wochenenden reichern sich deshalb raumtypische Eigengerüche an und dies führt zu morgendlichen Zeiten und insbesondere am Montagmorgen dazu, dass Schulräume allgemein einen stärker ausgeprägten Geruch aufweisen als Wohnräume.

Wenn in den untersuchten Räumen nach einer Nichtlüftungszeit von 8 – 12 Stunden gemessen worden wäre, wären die Werte etwas höher gewesen und lägen dann nach sachverständiger Abschätzung bei ca. 400 – 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Werte zwischen 300 und 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sind hygienisch noch unbedenklich und erfordern lediglich verstärkte Lüftung. Auch die Richtwerte für die Einzelsubstanzen RW I würden mit einiger Sicherheit nach einer 8 – 12-stündigen Nichtlüftung nicht überschritten werden.

Den Messergebnissen zufolge kann man auch bei längeren Nichtlüftungszeiten als im Vorfeld der Messung gewählt davon ausgehen, dass ein besorgniserregender oder gar „gefährlicher“ Zustand aufgrund der Emissionen der Baumasse nicht vorliegt.

Mit dem unkritisch erkannten Messergebnissen erübrigen sich weitere Maßnahmen, die auf eine Senkung der Emissionen aus der Baumasse abzielen.

Nicht von den Messungen erfasst wurden organische Gerüche, die z. B. aus einem alten Befall mit Nagetieren herrühren könnte. Den Informationen zufolge, die mir im Vorfeld der Messungen gegeben wurden, wurde ein Mäusebefall in der Vergangenheit schon einmal festgestellt. Hier kann evtl. geprüft werden, ob eine Geruchssenkung z. B. durch Deodorierung oder Abdichtungsmaßnahmen an der Baumasse weiter erzielt werden kann. Als gesundheitlich bedenklich können aber

auch solche Gerüche nicht eingestuft werden. Zum Probenahmezeitpunkt wurden auffällig schlechte Gerüche in den zwei gemessenen Räumen auch nicht festgestellt.

5 Literatur

- [1] BIA-Report 4/2001 Grenzwerteliste 2000; Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften
- [2] BIA-Report 3/2001 Berechnungsverfahren und Modellbildung in der Arbeitsbereichsanalyse; Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften
- [3] Seifert, B. : Regulating Indoor Air in: Indoor Air 1990, Toronto, Vol 5 S.35
- [4] Oppl, R.:Flüchtige organische Stoffe (VOC) in der Raumluft von Bürogebäuden; MILJÖ-CHEMIE Niederlassung Hamburg der DANSK MILJØ CENTER A/S, Galten/Dänemark Studie Nr.90829; 08.09.99
- [5] N.N.: Bundesgesundheitsblatt 49, 07/2007
- [6] Leitfaden für die Innenraumluftthygiene in Schulgebäuden (www.umweltbundesamt.de)

Korschenbroich, den 29.09.2011

Dipl.-Ing. M. Obeloer

Öff. bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Schadstoffe in Innenräumen

biomess SV- und Ingenieurbüro

Anhang:

Messergebnisse: 3 Seiten Analysebericht

Untersuchungsergebnisse

Konzentration an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) in der Innenraumluft

(Analytik gemäß DIN ISO 16000-6 in Verbindung mit DIN EN ISO 16000-5)

Auftraggeber:

Biomess Ingenieur-Büro
Herzbroicher Weg 49, 41352 Korschenbroich

Projektort:

F1542; GMN NE

Probe-Nr.		11/1063-03	11/1063-04
Tenax-Röhrchen		19	A-675
Probenbezeichnung		F1542-3	F1542-4
Probenvolumen	I	3,0	3,0
Aromatische Kohlenwasserstoffe			
Benzol	µg/m ³	< 2	< 2
Toluol	µg/m ³	2	< 2
Ethylbenzol	µg/m ³	< 2	< 2
m / p - Xylol	µg/m ³	< 2	< 2
o - Xylol	µg/m ³	< 2	< 2
n-Propylbenzol	µg/m ³	< 2	< 2
1,2,4-Trimethylbenzol	µg/m ³	< 2	< 2
1,3,5-Trimethylbenzol	µg/m ³	< 2	< 2
2-Ethyltoluol	µg/m ³	< 2	< 2
Styrol	µg/m ³	< 2	< 2
Naphthalin	µg/m ³	< 2	< 2
4-Phenyl-Cyclohexen	µg/m ³	< 2	< 2
	Summe µg/m ³	2	-
Aliphatische Kohlenwasserstoffe			
n-Hexan	µg/m ³	83	27
n-Heptan	µg/m ³	< 2	< 2
n-Octan	µg/m ³	< 2	< 2
n-Nonan	µg/m ³	< 2	< 2
n-Decan	µg/m ³	< 2	< 2
n-Undecan	µg/m ³	< 2	< 2
n-Dodecan	µg/m ³	< 2	< 2
n-Tridecan	µg/m ³	< 2	< 2
n-Tetradecan	µg/m ³	< 2	< 2
n-Pentadecan	µg/m ³	< 2	< 2
n-Hexadecan	µg/m ³	< 2	< 2
2-Methylpentan	µg/m ³	6	3
3-Methylpentan	µg/m ³	< 2	< 2
1-Octen	µg/m ³	< 2	< 2
1-Decen	µg/m ³	< 2	< 2
2-Methyl-1-propen trimer	µg/m ³	< 2	< 2
	Summe µg/m ³	89	30

Untersuchungsergebnisse

**Konzentration an flüchtigen organischen
 Verbindungen (VOC) in der Innenraumluft**

(Analytik gemäß DIN ISO 16000-6 in Verbindung mit DIN EN
 ISO 16000-5)

Auftraggeber:

Biomess Ingenieur-Büro
 Herzbroicher Weg 49, 41352 Korschenbroich

Projektort:

F1542; GMN NE

Probe-Nr.		11/1063-03	11/1063-04
Cycloalkane			
Methylcyclopentan	µg/m ³	2	< 2
Cyclohexan	µg/m ³	< 2	< 2
Methylcyclohexan	µg/m ³	< 2	< 2
	Summe µg/m ³	2	-
Terpene			
3-Caren	µg/m ³	< 2	< 2
alpha-Pinen	µg/m ³	< 2	3
beta-Pinen	µg/m ³	< 2	< 2
Limonen	µg/m ³	< 2	< 2
	Summe µg/m ³	-	3
Alkohole			
2-Propanol	µg/m ³	< 2	2
1-Butanol	µg/m ³	5	4
2-Ethyl-1-hexanol	µg/m ³	4	4
Benzylalkohol	µg/m ³	< 2	< 2
	Summe µg/m ³	9	10
Glykole / Glykolether			
2-Methoxyethanol	µg/m ³	< 2	< 2
2-Ethoxyethanol	µg/m ³	< 2	< 2
2-Butoxyethanol	µg/m ³	5	11
1-Methoxy-2-propanol	µg/m ³	3	10
2-Butoxyethoxyethanol	µg/m ³	< 2	5
2-Phenoxyethanol	µg/m ³	< 2	< 2
	Summe µg/m ³	8	26
Aldehyde			
Butanal	µg/m ³	< 2	< 2
3-Methylbutanal	µg/m ³	< 2	< 2
Pentanal	µg/m ³	10	10
Hexanal	µg/m ³	16	22
2-Ethylhexanal	µg/m ³	< 2	< 2
Heptanal	µg/m ³	< 2	< 2
Octanal	µg/m ³	< 2	< 2
Nonanal	µg/m ³	7	10
Decanal	µg/m ³	< 2	3
Undecanal	µg/m ³	< 2	< 2
Benzaldehyd	µg/m ³	16	11
	Summe µg/m ³	49	56

Untersuchungsergebnisse

Konzentration an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) in der Innenraumluft

(Analytik gemäß DIN ISO 16000-6 in Verbindung mit DIN EN ISO 16000-5)

Auftraggeber:

Biomess Ingenieur-Büro
 Herzbroicher Weg 49, 41352 Korschenbroich

Projektort:

F1542; GMN NE

Probe-Nr.		11/1063-03	11/1063-04
Ketone			
Methylethylketon	µg/m ³	5	8
Methylisobutylketon	µg/m ³	< 2	< 2
Cyclohexanon	µg/m ³	< 2	< 2
Acetophenon	µg/m ³	< 2	< 2
Summe	µg/m ³	5	8
Halogenkohlenwasserstoffe			
Trichlorethen	µg/m ³	< 2	< 2
Tetrachlorethen	µg/m ³	< 2	< 2
1,1,1-Trichlorethan	µg/m ³	< 2	< 2
1,4-Dichlorbenzol	µg/m ³	< 2	< 2
Summe	µg/m ³	-	-
Ester			
Ethylacetat	µg/m ³	< 2	< 2
Butylacetat	µg/m ³	< 2	< 2
Isopropylacetat	µg/m ³	< 2	< 2
Methoxypropylacetat	µg/m ³	< 2	< 2
2-Ethoxyethylacetat	µg/m ³	< 2	< 2
Dimethylphthalat	µg/m ³	< 2	< 2
Texanol	µg/m ³	< 2	< 2
TXIB (Texanolisobutytrat)	µg/m ³	< 2	< 2
Summe	µg/m ³	-	-
Furane			
2-Pentylfuran	µg/m ³	< 2	< 2
THF (Tetrahydrofuran)	µg/m ³	< 2	< 2
Summe	µg/m ³	-	-
Siloxane			
Hexamethylcyclotrisiloxan (D3)	µg/m ³	< 2	< 2
Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	µg/m ³	< 2	< 2
Decamethylcyclopentasiloxan (D5)	µg/m ³	< 2	< 2
Dodecamethylcyclohexasiloxan (D6)	µg/m ³	< 2	< 2
Summe	µg/m ³	-	-
Sonstige¹			
Ethanol	µg/m ³	6	8
Aceton	µg/m ³	6	7
Dimethylbenzaldehyd	µg/m ³	3	< 2
Diglykolmonoethylether	µg/m ³	< 2	86
Summe	µg/m ³	15	101
Summe VOC	µg/m³	179	234

¹ anhand der Massenspektrometer-Bibliothek identifiziert und als Toluol-Äquivalent quantitativ bestimmt, alle weiteren VOC wurden einzeln kalibriert.