

**Prüfbericht:**

**Flüchtige organische Verbindungen (VOC/TVOC)**

**in der Innenraumluft**

**[Realschule im Schulzentrum Hardtberg]**

Auftraggeber:	Städtisches Gebäudemanagement Bonn SGB 85-3 Frau Funk Berliner Platz 2 53111 Bonn
Gegenstand / Objekt:	Realschule im Schulzentrum Hardtberg Gauß-Straße 2 53125 Bonn
Auftragseingang:	19.07.2011
Ortstermin (Probenahme):	29.07.2011
Messtechniker:	A. Becker (BTA)
Projekt-Nr.:	11570
Analyse:	eco-Institut GmbH, im Hause
Umfang des Berichtes:	11 Seiten
Anlagen:	Informationen zum Messort gemäß VDI-Richtlinie 4300 Blatt 1

### *Auftragsbeschreibung / Vorbemerkungen*

Die eco-LUFTQUALITÄT + RAUMKLIMA GmbH wurde beauftragt, in o.g. Objekt Raumlufm-messung(en) auf leichtflüchtige organische Verbindungen (VOC/TVOC) durchzuführen.

# 1 Flüchtige Organische Verbindungen in der Raumluft (VOC/TVOC)

## 1.1 Probenahmestrategie und Prüfverfahren

Die allgemeine und die spezielle Messstrategie der Probenahme entsprechen der VDI-Richtlinie 4300 Blatt 1 (Dezember 1995) und DIN EN ISO 16000-5 (2007). Die flüchtigen organischen Verbindungen wurden gemäß DIN EN ISO 16017-1 (Oktober 2001) durch Sorption an Tenax/ thermische Desorption und Kapillar-Gaschromatographie analysiert.

Es erfolgte eine gaschromatographische Trennung und massenspektrometrische Charakterisierung der Verbindungen. Von den Stoffen wurden Massenspektren der Fragmente im Bereich von m/e 36 bis m/e 335 aufgenommen und die Spektren mit selbsterstellten Messungen und den NIST-Bibliotheken verglichen. Die Quantifizierung der Komponenten der VOC-Liste wurde durch Kalibrierung mit externen Standards und d8-Toluol als internem Standard durchgeführt.

Nicht-kalibrierte Substanzen, die außerhalb der Liste angegeben werden, wurden als Toluoläquivalente (Tol.-Equ.) quantifiziert. Die Quantifizierung des TVOC-Wertes erfolgte nach DIN ISO 16000-6 (2004).

### Ziel der Messung

- Ermittlung der durchschnittlichen Konzentration in der Raumluft bei passiver Lüftung (Fenster und Türen verschlossen)

### Witterungsbedingungen / Klimadaten außen am 29.07.2011

Uhr- / Tageszeit	Temperatur in °C	Relative Feuchte in %rF	Luftdruck in mbar	Wetterlage
9:46	17.0	87	1021	stark bewölkt

## 1.2 Probenahmedaten und Messergebnisse

### 1.2.1 Raum A305

Probenbezeichnung: 11570-2907-002 (32214-2)  
 Ort der Messung: ca. Raummitte  
 Probenahmegerät: FLEC-Pumpe [P 45]  
 Probenahmezeitraum: 9:06 Uhr - 9:36 Uhr  
 Volumenstrom: 0,1 l/min  
 Probenvolumen: 0.003 m<sup>3</sup>  
 Adsorbens: Tenax

#### Klimatische Randbedingungen während der Probenahme\*:

Lüftungsstatus: Fenster und Türen verschlossen für mind. 28 Stunden; RLT-Anlage nicht vorhanden  
 Raumlufttemperatur: 23.5 °C  
 Raumluftfeuchte: 53 %rF

\* die Daten wurden zu Beginn und gegen Ende der Probenahme erhoben. Die Werte zeigen den Mittelwert über den Probenahmezeitraum.

Anmerkungen: Keine

#### *Ergebnisse für Probe-Nr: 11570-2907-002*

Substanz	CAS-Nr.	Ergebnis [µg/m <sup>3</sup> ]	Innenraum-Richtwerte*	
			RW I [µg/m <sup>3</sup> ]	RW II [µg/m <sup>3</sup> ]
<b>Aromatische KW</b>				
Benzol	71-43-2	n.n.		
Toluol	108-88-3	10	300	3000
Ethylbenzol	100-41-4	3		
m/p-Xylol	106-42-3	5		
o-Xylol	95-47-6	2		
Isopropylbenzol	98-82-8	n.n.		
n-Propylbenzol	103-65-1	n.n.		
1,3,5-Trimethylbenzol	108-67-8	n.n.		
1,2,4-Trimethylbenzol	95-63-6	2		
1,2,3-Trimethylbenzol	526-73-8	n.n.		
2-Ethyltoluol	611-14-3	n.n.		
1-Isopropyl-4-methylbenzol	99-87-6	n.n.		
1,2,4,5-Tetramethylbenzol	95-93-2	n.n.		
n-Butylbenzol	104-51-8	n.n.		
1,3-Diisopropylbenzol	99-62-7	n.n.		
1,4-Diisopropylbenzol	100-18-5	n.n.		
Phenylctan	2189-60-8	n.n.		
4-Phenylcyclohexen	4994-16-5	n.n.		
Styrol	100-42-5	2	30	300
Phenylacetylen	536-74-3	n.n.		

**PRÜFBERICHT 11570** vom 04.08.2011

Substanz	CAS-Nr.	Ergebnis [µg/m³]	Innenraum-Richtwerte*	
			RW I [µg/m³]	RW II [µg/m³]
2-Phenylpropen	98-83-9	n.n.		
Vinyltoluol	25013-15-4	n.n.		
Naphthalin	91-20-3	n.n.	2	20
Inden	95-13-6	n.n.		
<b>Gesättigte aliphatische KW</b>				
n-Hexan	110-54-3	n.n.		
Methylcyclopentan	96-37-7	n.n.		
Cyclohexan	110-82-7	n.n.		
Methylcyclohexan	108-87-2	n.n.		
1,4-Dimethylcyclohexan	589-90-2	n.n.		
n-Heptan	142-82-5	2		
n-Octan	111-65-9	n.n.		
n-Nonan	111-84-2	n.n.		
n-Decan	124-18-5	3		
n-Undecan	1120-21-4	2		
n-Dodecan	112-40-3	n.n.		
n-Tridecan	629-50-5	n.n.		
n-Tetradecan	629-59-4	n.n.		
n-Pentadecan	629-62-9	n.n.		
n-Hexadecan	544-76-3	n.n.		
<b>Terpene</b>				
δ-3-Caren	498-15-7	3		
α-Pinen	80-56-8	8	200	2000
β-Pinen	127-91-3	n.n.		
Limonen	138-86-3	13	1000	10000
sonstige Terpene		n.n.		
Longifolen	475-20-7	n.n.		
Caryophyllen	87-44-5	n.n.		
Isolongifolen	1135-66-6	n.n.		
alpha-Phellandren	99-83-2	n.n.		
Myrcen	123-35-3	n.n.		
Camphen	5794-03-6	1		
alpha-Terpinen	99-86-5	n.n.		
Longipinen	5989-08-2	n.n.		
beta-Caryophyllen	87-44-5	n.n.		
beta-Farnesen	28973-97-9	n.n.		
<b>Aliphatische Alkohole und Ether</b>				
tert-Butanol	75-65-0	n.n.		
2-Methyl-1-propanol	78-83-1	n.n.		
1-Butanol	71-36-3	11		
1-Pentanol	71-41-0	n.n.		
1-Hexanol	111-27-3	n.n.		
Cyclohexanol	108-83-0	n.n.		
2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	n.n.		
1-Octanol	111-87-5	n.n.		

**PRÜFBERICHT 11570** vom 04.08.2011

Substanz	CAS-Nr.	Ergebnis [µg/m³]	Innenraum-Richtwerte*	
			RW I [µg/m³]	RW II [µg/m³]
4-Hydroxy-4-methyl-pentan-2-on	123-42-2	n.n.		
1-Heptanol	111-70-6	n.n.		
1-Nonanol	143-08-08	n.n.		
1-Decanol	112-30-1	n.n.		
<b>Aromatische Alkohole (Phenole)</b>				
Phenol	108-95-2	2		
o-Kresol	95-48-7	n.n.		
m/p-Kresol	108-38-4	n.n.		
BHT (2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol)	128-37-0	n.n.		
Benzylalkohol	100-51-6	n.n.	400	4000
<b>Glykole, Glykolether, Glykolester</b>				
Propylenglykol (1,2-Dihydroxypropan)	57-55-6	n.n.		
Ethylenglykol (Ethandiol)	107-21-1	n.n.		
Ethylenglykol-monobutylether	111-76-2	38		
Diethylenglykol	111-46-6	n.n.		
Diethylenglykol-monobutylether	112-34-5	21		
2-Phenoxyethanol	122-99-6	20		
Ethylencarbonat	96-49-1	n.n.		
1-Methoxypropanol-2	107-98-2	25		
Texanol	25265-77-4	n.n.		
Glykolsäurebutylester	7397-62-8	n.n.		
Butyldiglykolacetat	124-17-4	n.n.		
Dipropylenglykolmono-methylether	34590-94-8	35		
2-Methoxyethanol	109-86-4	n.n.		
2-Ethoxyethanol	110-80-5	n.n.		
2-Propoxyethanol	2807-30-9	n.n.		
2-Methylethoxyethanol	109-59-1	n.n.		
2-Hexoxyethanol	112-25-4	n.n.		
1,2-Dimethoxyethan	110-71-4	n.n.		
1,2-Diethoxyethan	73506-93-1	n.n.		
2-Methoxyethylacetat	110-49-6	n.n.		
2-Ethoxyethylacetat	111-15-9	n.n.		
2-Butoxyethylacetat	112-07-2	n.n.		
2-(2-Hexoxyethoxy)-ethanol	112-59-4	n.n.		
1-Methoxy-2-(2-methoxy-ethoxy)-ethan	111-96-6	n.n.		
Propylenglykol-di-acetat	623-84-7	n.n.		
Dipropylenglykol	110-98-5	n.n.		
Dipropylenglykol-mono-methylether-acetat	88917-22-0	n.n.		
Dipropylenglykol-mono-n-propylether	29911-27-1	n.n.		
Dipropylenglykol-mono-n-butylether	29911-28-2	5		
Dipropylenglykol-mono-t-butylether	132739-31-2	n.n.		
1,4-Butandiol	110-63-4	n.n.		
Tripropylenglykol-mono-methylether	20324-33-8	n.n.		
Triethylenglykol-dimethylether	112-49-2	n.n.		
1,2-Propylenglykol-dimethylether	7778-085-0	n.n.		

**PRÜFBERICHT 11570** vom 04.08.2011

Substanz	CAS-Nr.	Ergebnis [µg/m³]	Innenraum-Richtwerte*	
			RW I [µg/m³]	RW II [µg/m³]
Ethyldiglycol	111-90-0	n.n.		
Diproylenglykol-dimethylether	11109-77-4	n.n.		
Propylencarbonat	108-32-7	n.n.		
Hexylenglykol	107-41-5	n.n.		
<b>Aldehyde</b>				
Pentanal	110-62-3	5		
Hexanal	66-25-1	9		
Heptanal	111-71-7	3		
2-Ethyl-hexanal	123-05-7	n.n.		
Octanal	124-13-0	8		
Nonanal	124-19-6	7		
Decanal	112-31-2	n.n.		
2-Butenal	4170-30-3	n.n.		
2-Pentenal	1576-87-0	n.n.		
2-Hexenal	6728-26-3	n.n.		
2-Heptenal	18829-55-5	n.n.		
2-Octenal	2548-87-0	n.n.		
2-Nonenal	18829-56-6	n.n.		
2-Decenal	3913-71-1	n.n.		
2-Undecenal	2463-77-6	n.n.		
Furfural	98-01-1	n.n.	10	100
Glutaraldehyd	111-30-8	n.n.		
Benzaldehyd	100-52-7	8	20	200
<b>Ketone</b>				
Ethylmethylketon	78-93-3	3		
3-Methylbutanon-2	563-80-4	n.n.		
Methylisobutylketon	108-10-1	n.n.		
Cyclopentanon	120-92-3	n.n.		
Cyclohexanon	108-94-1	2		
2-Methylcyclopentanon	1120-72-5	n.n.		
2-Methylcyclohexanon	583-60-8	n.n.		
Acetophenon	98-86-2	1		
1-Hydroxyaceton	116-09-6	n.n.		
<b>Säuren</b>				
Essigsäure	64-19-7	31		
Propionsäure	79-09-4	n.n.		
Isobuttersäure	79-31-2	n.n.		
Buttersäure	107-92-6	n.n.		
Pivalinsäure	75-98-9	n.n.		
n-Valeriansäure	109-52-4	n.n.		
n-Caprinsäure	142-62-1	1		
2-Ethylhexansäure	149-57-5	n.n.		
n-Heptansäure	111-14-8	n.n.		
n-Octansäure	124-07-2	n.n.		

**PRÜFBERICHT 11570** vom 04.08.2011

Substanz	CAS-Nr.	Ergebnis [µg/m³]	Innenraum-Richtwerte*	
			RW I [µg/m³]	RW II [µg/m³]
<b>Ester und Lactone</b>				
Ethylacetat	141-78-6	7		
Isopropylacetat	108-21-4	n.n.		
Propylacetat	109-60-4	n.n.		
2-Methoxy-1-methylethylacetat	108-65-6	n.n.		
n-Butylformiat	592-84-7	2		
Methylmethacrylat	80-62-6	n.n.		
andere Methacrylate		n.n.		
Isobutylacetat	110-19-0	n.n.		
1-Butylacetat	123-86-4	4		
2-Ethylhexylacetat	103-09-3	n.n.		
Methylacrylat	96-33-3	n.n.		
Ethylacrylat	140-88-5	n.n.		
n-Butylacrylat	141-32-2	n.n.		
andere Acrylate		n.n.		
2-Ethylhexylacrylat	103-11-7	n.n.		
Adipinsäuredimethylester	627-93-0	n.n.		
Fumarsäuredibutylester	105-75-9	n.n.		
Bernsteinsäuredimethylester	106-65-0	n.n.		
Hexandioldiacrylat	13048-33-4	n.n.		
Glutarsäuredimethylester	1119-40-0	n.n.		
Maleinsäuredibutylester	105-76-0	n.n.		
Butyrolacton	86-48-0	n.n.		
Glutarsäurediisobutylester	71195-64-7	n.n.		
Bernsteinsäurediisobutylester	925-06-4	n.n.		
<b>Chlorierte Kohlenwasserstoffe</b>				
Trichlorethen	76-01-6	n.n.		
1,1,1-Trichlorethan	71-55-6	n.n.		
1,4-Dichlorbenzol	106-46-7	n.n.		
Tetrachlorethen	127-18-4	n.n.		
<b>Andere VOC</b>				
1,4-Dioxan	123-91-1	n.n.		
Caprolactam	105-60-2	n.n.		
N-Methyl-2-pyrrolidon	872-50-4	n.n.		
Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	556-67-2	2	400	4000
Decamethylcyclotetrasiloxan (D5)	541-02-6	3		
Dodecamethylcyclotetrasiloxan (D6)	540-97-6	n.n.		
Methenamin	100-97-0	n.n.		
2-Butanonoxim	96-29-7	n.n.		
Tributylphosphat	126-73-8	n.n.		
Triethylphosphat	78-40-0	n.n.		
Dimethylphthalat	131-11-3	n.n.		
5-Chlor-2-methyl-4-isothiazolin-3-on (CIT)	26172-55-4	n.n.		
1-Octen	111-66-0	n.n.		



**PRÜFBERICHT 11570** vom 04.08.2011

Substanz	CAS-Nr.	Ergebnis [µg/m³]	Innenraum-Richtwerte*	
			RW I [µg/m³]	RW II [µg/m³]
1-Decen	872-05-9	n.n.		
2-Pentylfuran	3777-69-3	n.n.		
Tetrahydrofuran (THF)	109-99-9	n.n.		
2-methyl-4-isothiazolin-3-on (MIT)	2682-20-4	n.n.		
Triethylamin	121-44-8	n.n.		
Dimethylformamid (DMF)	68-12-2	n.n.		
Isophoron	78-59-1	n.n.		
Tetramethylsuccinonitril	333-52-6	n.n.		
Benzothiazol	95-16-9	4		

µg/m³ = Mikrogramm (millionstel Gramm) pro Kubikmeter; n.n. = unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Bestimmungsgrenze: 1 µg/m³.

\*Die Innenraumluftrichtwerte (RW I und RW II) für einzelne Stoffe wurden von einer „Ad-hoc-Arbeitsgruppe“ aus Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) beim Umweltbundesamt sowie der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG) erarbeitet. Grundlage ist ein 1996 im Bundesgesundheitsblatt veröffentlichtes Basisschema. Der Richtwert II (RW II) ist ein wirkungsbezogener Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützt. Er stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen beziehungsweise Überschreiten unverzüglich zu handeln ist. Diese höhere Konzentration kann, besonders für empfindliche Personen bei Daueraufenthalt in den Räumen, eine gesundheitliche Gefährdung sein. Der RW I beschreibt einen Gefahren-Vorsorgewert, bei dessen Unterschreitung auch bei einer Dauerexposition keine gesundheitlichen Wirkungen zu erwarten sind.

Anmerkungen: Keine

In der nachfolgenden Tabelle sind die Substanzen aufgeführt, die den 10 höchsten Signalen (Peaks) im Chromatogramm entsprechen:

Retentionszeit	Substanz	Konzentration [µg/m³]		
		kalibriert <sup>1)</sup>	Tol.-Equivalent	
		kalibriert gem. VOC-Liste	identifiziert <sup>2)</sup>	nicht identifiziert <sup>3)</sup>
12,79	Toluol	10		
15,84	Ethylenglycolmonobutylether	38		
18,11+17,83	Dipropylenglycolmono-methylether	35		
18,89	Limonen	13		
20,27	Nonanal / Decamethylcyclopentasiloxan	7 / 3		
9,77	1-Methoxy-2-propanol	25		
13,45	Hexanal	9		
16,81	a-Pinen	8		
13,68	1-Butylacetat	4		
20,08	n-Undecan	2		

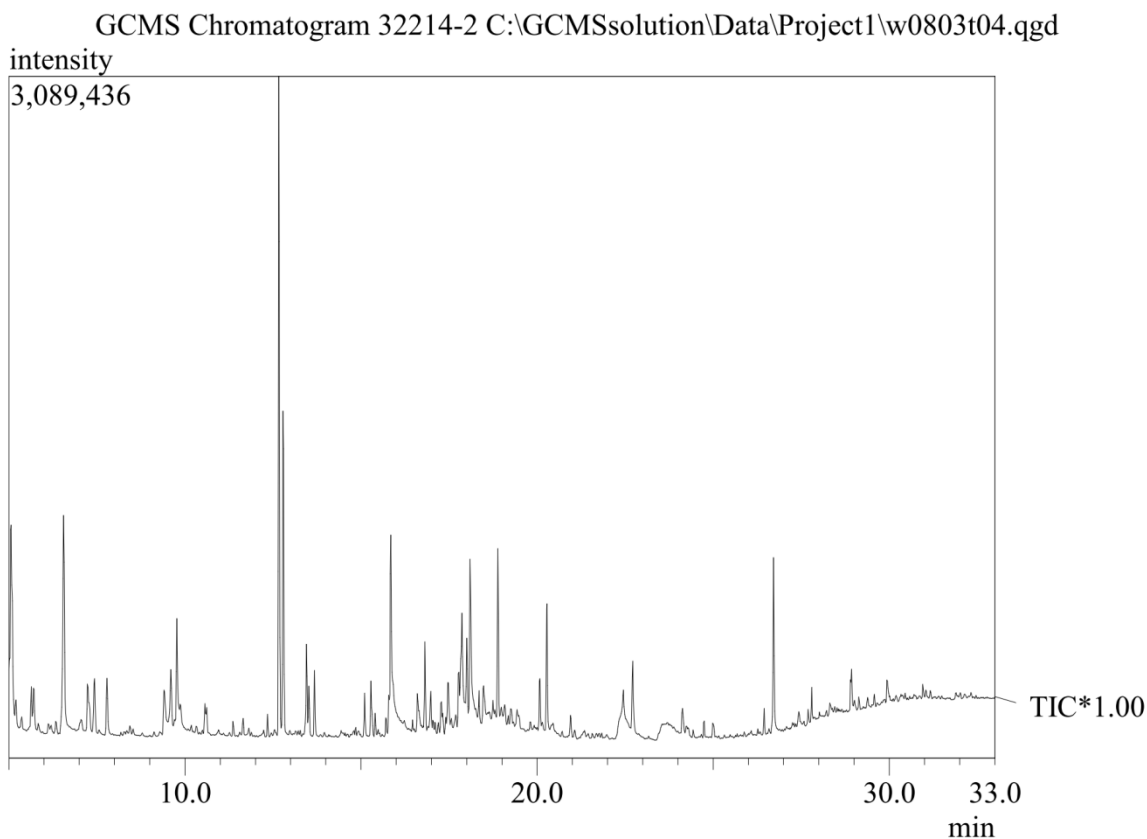
µg/m³ = Mikrogramm (millionstel Gramm) pro Kubikmeter

<sup>1)</sup> substanzspezifische Kalibration

<sup>2)</sup> identifiziert: Spektrum und Retentionszeit stimmen mit Vergleichssubstanz überein

<sup>3)</sup> nicht identifiziert: Lediglich große Übereinstimmung des Massenspektrums mit einer Substanz oder Substanzgruppe

Anmerkungen: Keine



### TVOC

Zur Bestimmung des TVOC-Wertes wurde das Detektorsignal im Retentionsbereich zwischen n-Hexan und n-Hexadecan unter Verwendung des Response-Faktors für Toluol ausgewertet und die TVOC-Massenkonzentration der Probe gemäß DIN ISO 16000-6 bestimmt.

$S_{id} = 0,31 \text{ mg/m}^3$  (Summe der identifizierten VOC)

TVOC =  $0,32 \text{ mg/m}^3$  (nach DIN ISO 16000-6)

Sonstige Summenwerte:

Summe Kohlenwasserstoffe C9-C14 (n-Decan Äquivalent):  $5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$

Summe C4-C10- Alkohole:  $11 \text{ } \mu\text{g/m}^3$

n.n.  $\mu\text{g/m}^3$  = unterhalb der Bestimmungsgrenze

\* $\mu\text{g/m}^3$  = Keine Angabe möglich, da sich mehrere Substanzen überlagern.

**PRÜFBERICHT 11570** vom 04.08.2011

VVOC: Verbindungen mit Retentionszeiten < Hexan (C<sub>6</sub>)

Substanz	Konzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	
	kalibriert	Tol.-Equivalent
2-Methylpentan	n.n.	
3-Methylpentan	n.n.	
1-Propanol	3	
2-Propanol	15	
Butanal	8	
Methylacetat	4	
Vinylacetat	n.n.	

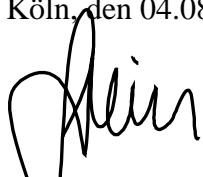
Anmerkungen: Keine

SVOC: Verbindungen mit Retentionszeiten > Hexadecan (C<sub>16</sub>)

Substanz	Konzentration [µg/m <sup>3</sup> ]	
	kalibriert	Tol.-Equivalent
1-Phenyldecan	n.n.	
1-Phenylundecan	n.n.	
TXIB (Texanolisobutytrat)	n.n.	
Phthalat, DEP	1	

Anmerkungen: Keine

Köln, den 04.08.2011



Dr. rer.nat. L. Grün  
(Prüfleiter Messtechnik)

Hinweis:

Das Messergebnis bezieht sich auf das vorgegebene Ziel der Messung und die im Prüfbericht angeführten Randbedingungen. Eine auszugsweise Vervielfältigung und Veröffentlichung könnte den Inhalt verfälschen und bedarf der schriftlichen Genehmigung.

Rückstellproben und Restmaterial von Prüfgegenständen werden - falls nicht anders vereinbart - 3 Monate aufbewahrt.

## Anlage zum Prüfbericht 11570

---

### Informationen zum Messort in Anlehnung an VDI 4300 (Blatt 1)

#### Gebäudebezogene Angaben

Gebäudetyp:	Schule
Baujahr / Alter:	70er Jahre
Umgebung des Gebäudes:	städtisch (Vorort)
Verkehrslage:	schwacher Verkehr
Abstand zur Nachbarbebauung:	10-20 m
Gebäudeachse (betroffener Trakt)	Ost-West
Fassade:	Wärmedämmverbundsystem
Zustand der Fassade:	Keine erkennbaren Schäden

#### Technische Ausstattung des Gebäudes:

Wärmetechnischer Standard:	
Heizung:	Fernwärme
RLT-Anlage:	Keine
Besonderheiten:	Keine

#### Anlass der Untersuchung

Geruchsimmissionen

#### Witterungsbedingungen zum Messtermin

Mittlere Außentemperatur:	17 °C
Mittlere Luftfeuchtigkeit:	87 % rF
Luftdruck:	1021 hPa
Wetterlage:	stark bewölkt
Windverhältnisse:	schwach überwiegend aus: Nord

## Messpunkt: Raum A305

Probenbezeichnung: 11570-2907-002  
 Datum der Messung: 29.07.2011

Größe des Raumes: ca. 69 m<sup>2</sup>  
 Raumhöhe: ca. 3 m  
 Raumvolumen: ca. 207 m<sup>3</sup>  
 Lage des Raumes im Gebäude: 4.OG.  
 Der Raum wird beheizt mit: Heizkörper

### Klimatische Bedingungen am Messort

Lüftungsbedingungen: Fenster und Türen verschlossen für mind. 28 Stunden;  
 RLT-Anlage nicht vorhanden  
 Mittlere Raumlufttemperatur: 23.5 °C  
 Mittlere relative Feuchte: 53 %

### Weitere raumbezogene Angaben

#### 1. Nutzung des Raumes

Der Raum wird genutzt als: Unterrichtsraum  
 Durchschnittl. Anzahl Personen: ca.30 (während der Messung ungenutzt)  
 Tabakkonsum: entfällt

#### 2. Ausstattung und Möblierung

Anzahl der Fenster im Raum: 4, ausgerichtet nach Norden  
 Verglasung: Isolierverglasung  
 Außenwände: Putz/Raufaser/Anstrich  
 Innenwände: Gipskarton/Tapete  
 Decke (Aufbau / Materialien): Abhangdecken (Mineralwolle-Auflage)  
 Fußboden (Aufbau / Materialien): PVC-Belag

Einrichtung: Der Raum ist möbliert.  
 Art der Einrichtung: Tische, Stühle, Schrank und Regale, Rechner, Projektor.  
 Alter der Möbel: Keine Angabe  
 Beladung des Raumes: mäßig

#### 3. Lüftung

Die Lüftung des Raumes  
 geschieht über: Fensterlüftung  
 RLT-Anlage: Keine

#### 4. Sonstige technische Ausstattung:

Overheadprojektor, PC

#### 5. Modernisierung / Renovierung

Letzte  
 Modernisierung/Renovierung: Keine Angabe  
 Was wurde renoviert /

modernisiert:

Art und Häufigkeit der  
Reinigung:

#### **6. Frühere Schadensereignisse / Schadstoffsanierungen**

Brand: nicht bekannt

getroffene Maßnahmen: -

Leitungsschaden /  
Schimmelpilzbefall: nicht bekannt

getroffene Maßnahmen: -

Schadstoffsanierung: nein

getroffene Maßnahmen: -

Andere Schadensereignisse: nicht bekannt

getroffene Maßnahmen: -

#### **7. Sichtbare Verfärbungen an Bauteilflächen: nein**

Betroffenes Bauteil -

Schimmelpilzverdacht: Nein

Sensorische Wahrnehmung: keine Auffälligkeiten

**Anmerkungen:** Keine

Alle Angaben in diesem Protokoll ergeben sich entweder aus Informationen des Auftraggebers, oder beruhen – wenn vom AG keine Informationen verfügbar waren – auf einer Einschätzung des Messtechnikers.

**Gutachterliche Stellungnahme**  
**zur Bewertung der Ergebnisse der VOC-Raumluftmessung**  
**im Raum A 305 der Realschule im Schulzentrum Hardtberg**  
**in Bonn**

Auftraggeber:	Städtisches Gebäudemanagement Bonn SGB 85-3 Frau Funk Berliner Platz 2 53111 Bonn
Gegenstand/Objekt:	Realschule im Schulzentrum Hardtberg Gauß-Straße 2 53125 Bonn
Auftragseingang:	19.7.2011
Ortstermine:	21.07.2011 (Sachverständigentermin); 29.7.2011 (Probenahme)
Messtechniker:	A. Becker (BTA)
Projekt-Nr.:	11570
Sachverständiger:	Dr. rer.nat. L. Grün
Umfang des Berichtes:	6 Seiten
Anlage:	Prüfbericht 11570 inkl. Anlagen

## **1 Ausgangssituation und Anlass der Untersuchungen**

Im Raum A305 der Realschule treten nach Angaben der Raumnutzer seit Anfang des Jahres Geruchsimmissionen auf, außerdem klagen einige Nutzer über Gesundheitsstörungen. Es sollte festgestellt werden, ob außergewöhnliche Luftverunreinigungen im Raum A 305 vorliegen, die als Auslöser der Geruchsimmissionen und Gesundheitsstörungen bei den Nutzern in Betracht kommen

## **2 Vorgehensweise**

Am 21.07.2011 wurde der beanstandete Raum vom Unterzeichner besichtigt und auf der Grundlage der Feststellungen und Hintergrundinformationen ein Untersuchungskonzept erstellt. Von Seiten des Auftraggebers wurde daraufhin die Phase 1 der vorgeschlagenen Untersuchungen (Raumluftmessung VOC/TVOC) beauftragt. Die Raumluftmessung wurde am 29.07.2011 durchgeführt (s. Prüfbericht 11570).



### 3 Grundlage der Bewertung

Gemäß einem Beschluss der Gesundheitsministerkonferenz obliegt die Festlegung toxikologisch begründeter Richtwerte (RW I und RW II) in der Bundesrepublik einer Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte, die sich aus Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) des Umweltbundesamtes und Vertretern der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG) zusammensetzt. Dieses Gremium hat 1996 ein Basisschema für die Ableitung von Innenraumluft-Richtwerten veröffentlicht und in der Folge auf dieser Grundlage Richtwerte abgeleitet. Die Innenraumluft-Richtwerte sind als Einzelstoffbetrachtung zu sehen und beinhalten keine Aussage über mögliche Kombinationswirkungen verschiedener Substanzen.

**Richtwert II (RW II)** ist ein toxikologisch begründeter Wert, der sich auf die gegenwärtigen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützt. Er stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen bzw. Überschreiten unverzüglich Handlungsbedarf besteht, da diese Konzentration insbesondere für empfindliche Personen bei Daueraufenthalt in den Räumen eine gesundheitliche Gefährdung darstellen kann. Je nach Wirkungsweise des betrachteten Stoffes kann der Richtwert II als Kurzzeitwert (RW II K) oder Langzeitwert (RW II L) definiert sein.

**Richtwert I (RW I)** gibt die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft an, bei der nach gegenwärtigem Erkenntnisstand auch bei lebenslanger Belastung keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Eine Überschreitung ist mit einer über das übliche Maß hinausgehenden, unerwünschten Belastung verbunden. Aus Vorsorgegründen besteht auch im Konzentrationsbereich zwischen RW I und RW II Handlungsbedarf.

Die Vorgehensweise bei der Bewertung von flüchtigen organischen Luftverunreinigungen (VOC) hat die Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden im Juli 2007 in einer *Handreichung* zur „Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten“ veröffentlicht (Quelle: Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 7, S. 990-1005, 2007). Die Bewertung von Innenraumluftverunreinigungen soll demnach nach folgender Bewertungshierarchie erfolgen:

1. Es wird geprüft, ob toxikologisch abgeleitete Richtwerte für einzelne Substanzen oder Substanzgruppen überschritten werden.
2. Die Messergebnisse können darüber hinaus mit statistisch ermittelten Referenzwerten (z.B. Hintergrundbelastungen, TVOC-Werte) verglichen werden.

Bislang sind die in Tabelle 1 aufgeführten Richtwerte festgelegt worden.

**Tabelle 1: Innenraumluft-Richtwerte für Einzelstoffe und Stoffgruppen**

Verbindung/Stoffgruppe	Richtwert II <sup>1)</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	Richtwert I <sup>1)</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	Jahr der Festlegung
Kresole*	0,05	0,005	2011
Phenol*	0,2	0,02	2011
2-Furfural	0,1	0,01	2011
Cyclische Dimethyl-Siloxane	4	0,4	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
C9 – C14-Alkane / Isoalkane (aromatenarm)	2	0,2	2005
Naphthalin	0,020	0,002	2004
Terpene, bicyclisch (Leitsubstanz <i>α-Pinen</i> )	2	0,2	2003
Tris(2-chlorethyl)phosphat (TCEP)	0,05	0,005	2002
Diisocyanate	Siehe Erläuterungen		2000
Quecksilber (als metallischer Dampf)	0,00035	0,000035	1999
Styrol	0,3	0,030	1998
Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	0,35 (30 Min- Wert) 0,06 (7 Tage-Wert)	-	1998
Dichlormethan	2 (24 h)	0,2	1997
Kohlenmonoxid	60 (½ h) 15 (8 h)	6 (½ h) 1,5 (8 h)	1997
Pentachlorphenol (PCP)	0,001	0,0001	1997
Toluol	3	0,3	1996

1) Üblicherweise handelt es sich um Langzeitwerte. Davon abweichende Mittelungszeiträume sind in Klammern angegeben, z.B. 24 Stunden (h). \* Ergebnisprotokoll der 43. Sitzung am 5./6.04.2011 der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der IRK und der AOLG (s. Anlage)

Da in Innenräumen eine sehr große Anzahl von Luftverunreinigungen mit niedrigen Einzelstoffkonzentrationen auftreten können, wurden zusätzlich Richtwerte für einen Summenparameter (TVOC-Wert) abgeleitet, die eine Beurteilung der Innenraumluftqualität ermöglichen sollen (TVOC = Total Volatile Organic Compounds; Tabelle 1). Die Ableitung dieser TVOC-Richtwerte orientierte sich an wissenschaftlichen Publikationen und Orientierungswerten, die im Rahmen von Feldstudien gewonnen wurden (Seifert: *Die Beurteilung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der flüchtigen organischen Verbindungen [TVOC-Wert]*. Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz 3, 1999). Im

Unterschied zu den Richtwerten für Einzelstoffe sind diese Werte nicht toxikologisch begründet. Es handelt sich um einen Bewertungsrahmen, der im Wesentlichen auf einer statistischen Auswertung von Felduntersuchungen beruht.

**Tabelle 2: Richtwerte (Konzentrationsbereiche) für die Bewertung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen TVOC (Seifert 1999, modifiziert gemäß Handreichung, 2007)**

Stufe	Konzentrationsbereich TVOC (mg/m <sup>3</sup> )	Hygienische Bewertung
1	≤ 0,3	Hygienisch unbedenklich
2	>0,3 – 1	Hygienisch noch unbedenklich, soweit keine Richtwertüberschreitungen für Einzelstoffe oder Stoffgruppen vorliegen
3	>1 – 3	Hygienisch auffällig; Nutzung bei Räumen, die regelmäßig genutzt werden, nur befristet akzeptabel (< 12 Monate)
4	>3 – 10	Hygienisch bedenklich; Nutzung bei Räumen, die regelmäßig genutzt werden, nur befristet akzeptabel (< 1 Monat)
5	>10	Hygienisch inakzeptabel. Raumnutzung möglichst vermeiden. Ein Aufenthalt ist allenfalls pro Tag stundenweise/zeitlich befristet zulässig. Bei Werten oberhalb von 25 mg/m <sup>3</sup> ist eine Raumnutzung zu unterlassen

#### 4 Zusammenfassung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

In dem beanstandeten Raum A 305 wurde ein Spektrum an flüchtigen organischen Verbindungen festgestellt, das für Innenräume nicht ungewöhnlich ist. Es lagen keine Überschreitungen von Innenraumluft-Richtwerten vor. Die Gesamtbelastung der Innenraumluft mit VOC lag in einem lufthygienisch unauffälligen Bereich (TVOC: 0,32 mg/m<sup>3</sup>).

Die in der Raumluft nachgewiesenen Hauptkomponenten (Verbindungen, die den 10 höchsten Signalen im Chromatogramm entsprechen, vgl. Anlage zum Prüfbericht) sind in der Tabelle 3 zusammengefasst.

**Tabelle 3: VOC-Hauptkomponenten in der Raumluft von Raum A 305**

Substanz	Konzentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Toluol	10
Ethylenglycolmonobutylether	38
Dipropylenglycolmono-methylether	35
Limonen	13
Nonanal / Decamethylcyclopentasiloxan	7 / 3
1-Methoxy-2-propanol	25
Hexanal	9
a-Pinen	8
1-Butylacetat	4
n-Undecan	2

Es wurden keine Luftverunreinigungen nachgewiesen, die als Auslöser von Gerüchen in Betracht zu ziehen sind (Einzelstoffkonzentration über der Geruchsschwelle). Vor dem Hintergrund der vorliegenden Messergebnisse und der sensorischen Wahrnehmungen des Unterzeichners und des Messtechnikers (s. Anlage zum Prüfbericht) ist festzustellen, dass es sich bei der von den Nutzern beanstandeten Geruchsimmissionen vermutlich nicht um übliche VOC-Emissionen aus Bauprodukten handelt. Im vorliegenden Fall besteht noch die Möglichkeit, dass es sich um Geruchseignisse handelt, die zeitlich begrenzt in der Nutzungsphase auftreten. Diesen Ereignissen können nutzungsbedingte Ursachen oder gebäudebedingte Geruchseinträge zugrundeliegen. Abhängig von Witterung und den Druckverhältnissen in und am Gebäude könnte die Ursache auch in einem Eintrag von geruchlich belasteter Luft über Versorgungsschächte, Leitungsdurchführungen oder undichte Bauteilanschlüsse liegen.

Sofern von den Nutzern erneut Geruchsimmissionen beanstandet werden, sollte die Möglichkeit durch die angebotenen messtechnischen Untersuchungen geprüft werden.

Köln den 22.8.2011



Dr. rer. nat. L. Grün

(von der IHK Köln ö.b.u.v. Sachverständiger für Luftverunreinigungen und Schimmelpilze in Innenräumen)