

Gutachterliche Stellungnahme
zur Bewertung der Ergebnisse von Raumluftmessungen
in Container-Räumen der Gewerblichen Berufsschule
Heidkamp

Auftraggeber:	Stadt Bergisch Gladbach- Fachbereich Umwelt und Technik- Umweltschutz Herr Jäger Wilhelm-Wagener-Platz 51429 Bergisch Gladbach
Gegenstand/Objekt:	Gewerbliche Berufsschule Heidkamp Bensberger Straße 134 - 146 51469 Bergisch Gladbach
Auftragseingang:	24.01.2019
Ortstermin (Probenahme):	25.01.2019
Messtechniker:	H. Malessa, UWS- Techniker (CTA)
Projekt-Nr.:	190064
Sachverständiger:	Dr. rer.nat. L. Grün
Umfang des Berichtes:	9 Seiten
Anlage(n):	Prüfbericht(e) 190064-1 und -2

1 Ausgangssituation und Anlass der Untersuchungen

In den Containerräumen klagen die Nutzer verstärkt über Gesundheits- und Befindlichkeitsstörungen. Es sollte geprüft werden, ob in den Räumen außergewöhnliche Konzentrationen von flüchtigen organischen Luftverunreinigungen vorhanden sind und möglicherweise Innenraumluft-Richtwerte überschritten sind.

2 Vorgehensweise

Am 25.01.2019 wurden exemplarisch in Raum C198 im Erdgeschoß und in Raum C291 im Obergeschoß Raumlufmessungen durchgeführt. Die Räume waren zuvor längere Zeit ungelüftet. Die Raumluf wurde auf leichtflüchtige organische Luftverunreinigungen (VOC/TVOC) sowie Aldehyde und Ketone untersucht (s. Anlagen: Prüfberichte 190064-1 und -2).

3 Grundlage der Bewertung von Luftverunreinigungen

Gemäß einem Beschluss der Gesundheitsministerkonferenz obliegt die Festlegung toxikologisch begründeter Richtwerte (RW) in der Bundesrepublik dem *Ausschuss f. Innenraumrichtwerte* (früher Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte), der sich aus Mitgliedern der Innenraumluftthygiene-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.

In Wohnräumen oder Räumen mit wohnraumähnlicher Nutzung ist die Einhaltung der Richtwerte in einem über Nacht ungelüfteten Raum zu prüfen.

In Arbeitsräumen mit Fensterlüftung sind zur Aufrechterhaltung guter Luftqualität regelmäßige Stoßlüftungen unverzichtbar. Unter Berücksichtigung der Vorgaben in der ASR A3.6 „Lüftung“ sind Messungen an Arbeitsplätzen mit Fensterlüftung nach Empfehlung des Umweltbundesamtes und der *Ad hoc-Arbeitsgruppe Innenraumluftschadstoffe* eine Stunde nach Beendigung einer Stoßlüftung bei verschlossenen Fenstern und Türen durchzuführen. Die Messungen zur Beurteilung der Einhaltung der Innenraumluft-Richtwerte sollten im Winter eine Stunde nach einer 3-minütigen intensiven Lüftungsphase und im Sommer eine Stunde nach einer 10-minütigen Lüftungsphase erfolgen. Unter diesen Messbedingungen müssen an Arbeitsplätzen die sogenannten Gefahrenvorsorgewerte RWI unterschritten bleiben [Quelle: *Bekanntmachung des Umweltbundesamtes* Ermittlung und Beurteilung chemischer Verunreinigungen der Luft von Innenraumarbeitsplätzen (ohne Tätigkeit mit Gefahrstoffen). Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 8, S. 1002-1018, 2014].

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.

Vorläufige Default-Richtwerte wurden vom Ausschuss für Innenraumrichtwerte erstmals im Jahr 2013 für VOC-Verbindungen der Stoffklasse der Glykolether und Glykolester abgeleitet. Diese Default-Richtwerte wurden für Verbindungen dieser Stoffklasse festgelegt, die aufgrund einer derzeit nicht ausreichenden Datenlage toxikologisch nicht abschließend bewertet werden können.

Bewertung von krebserzeugenden Luftverunreinigungen

Risikobezogene Leitwerte

Die Bewertung krebserzeugender Verbindungen in der Raumluft erfolgt anhand von risikobezogenen Leitwerten, wenn belastbare Daten zur Expositions-Risikobeziehung verfügbar sind. Der risikobezogene Leitwert, ist die Konzentration eines krebserzeugenden Stoffes in der Innenraumluft, die bei lebenslanger Exposition mit einem Krebsrisiko von 10^{-6} verbunden ist. Die Ableitung und Veröffentlichung von risikobezogenen Leitwerten erfolgt durch *den Ausschuss für Innenraumrichtwerte*.

Vorläufige Leitwerte

Wenn die übliche Hintergrundkonzentration in Innenräumen höher ist als ein risikobezogener Leitwert, ist das 95. Perzentil statistisch ermittelter Hintergrundkonzentrationen als Referenzwert und vorläufiger Leitwert für die Bewertung zugrunde zu legen.

Sonstige Luftverunreinigungen

Bei der Bewertung von Stoffen ohne Innenraumrichtwerte werden die Messwerte mit dem 95. Perzentil der statistisch ermittelten Hintergrundkonzentration in Innenräumen (Referenzwert) verglichen. Eine Überschreitung stellt eine Auffälligkeit dar und kann als ein Hinweis auf eine spezifische Innenraumquelle(n) bewertet werden.

Eine aktuelle Liste von Innenraumrichtwerten und Referenzwerten für Einzelstoffe sind in den Bewertungsanlagen zu den Prüfberichten enthalten.

3.1 Bewertung von flüchtigen organischen Luftverunreinigungen (TVOC)

Die Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumluftthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden hat im Juli 2007 eine 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.

3.1.1 Geruchliche Wirkungen von VOC-Einzelstoffen

Der Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) hat im Januar 2014 einen Entwurf für die gesundheitlich - hygienische Beurteilung von Geruchsstoffen in der Innenraumluft mit Hilfe von vorläufigen Geruchsleitwerten (vGLW) zur Erprobung und öffentlichen Diskussion vorgestellt (s. Tab. 1). Nach Ablauf der Erprobungsphase sieht der AIR Änderungsbedarf und empfiehlt Geruchsimmissionen nicht mehr anhand der in der Tabelle aufgeführten vorläufigen Geruchsleitwerte zu beurteilen. Die folgende Tabelle wird lediglich zur groben Orientierung in diesem Bericht angeführt. Für die gesundheitlich-hygienische Beurteilung von Geruchsimmissionen sind die angeführten vorläufigen Geruchsleitwerte jedoch noch nicht geeignet.

Tabelle 1: Geruchsschwellenwerte und vorläufige Geruchsleitwerte der Ad-Hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte (Bundesgesundheitsbl. 1, 2014)

Geruchsstoff	CAS-Nr.	ODT ₅₀ (µg/m ³)	Zitat	vGLW I (mg/m ³)	vGLW II (mg/m ³)
Ethanal	75-07-0	2,8	15	0,02	0,1
Butanal	123-72-8	1,4	14	0,008	0,07
Pentanal	110-62-3	1,5	15	0,009	0,07
Hexanal	66-25-1	1,4	14	0,008	0,07
Heptanal	111-71-7	0,9	15	0,005	0,04
Octanal	127-13-0	0,9	14	0,005	0,04
Nonanal	124-19-6	3,2	14	0,02	0,15
Decanal	112-31-2	2,6	15	0,02	0,1
Pentandial	111-30-8	1	9	0,006	0,05
1-Butanol	71-36-3	16	12	0,1	0,8
1-Hexanol	111-27-3	29	12	0,2	1,4
1-Octanol	111-87-5	23	12	0,1	1
Ethylacetat	141-78-6	897	11	5	43
n-Butylacetat	123-86-4	10	11	0,06	0,5
Phenol	108-95-2	22	15	0,1	1
o-Kresol	95-48-7	1,3	15	0,008	0,06
m-Kresol	108-39-4	0,45	15	0,003	0,02
p-Kresol	106-44-5	0,24	15	0,001	0,01
TXIB	6846-50-0	14	8	0,08	0,7
Toluol	108-88-3	300	13	2	14
Ethylbenzol	100-41-4	27	13	0,2	1
1,4-Diethylbenzol	105-05-5	2	15	0,01	0,1
n-Butylbenzol	104-51-8	14	13	0,1	0,7
α-Pinen	80-56-8	100	15	0,6	5
β-Pinen	127-91-3	190	15	1	9
Limonen	138-86-3	90	10	0,5	4
Ethansäure	64-19-7	13	28	0,08	0,6
Propansäure	79-09-4	20	15	0,1	1
Butansäure	107-92-6	1	28	0,006	0,05
Hexansäure	142-61-1	5	28	0,03	0,2
Octansäure	124-07-2	5	28	0,03	0,2
Benzothiazol	95-16-9	0,7	29	0,004	0,03

Die in der Tabelle 1 angeführten vorläufigen Geruchsleitwerte sind auf der Basis von Geruchswahrnehmungsschwellen (ODT = olfactory detection level) abgeleitet und werden auf dieser Grundlage nach einem festgelegten Verfahren berechnet:

$$vGLW I: 6x ODT_{50}$$

$$vGLW II: 48 x ODT_{50}$$

Die Grundlage für die vGLW I sind die Wahrnehmungsschwellen (Intensität = 1 [schwach], Intensität = 3 [deutlich]) eines Geruchs multipliziert mit dem Weber-Fechtn-Koeffizienten (k_w) und einem Ablenkungsfaktor 4. Dieser Ablenkungsfaktor ergibt sich, weil die Geruchswahrnehmungsschwelle in einem Probandenversuch zur Ermittlung der Geruchswahrnehmungsschwelle etwa um einen Faktor 4 niedriger liegt als die Konzentration eines Geruchsstoffs, der zufällig in einem Test mit einer anderen Zielsetzung wahrgenommen wird.

3.1.2 Bewertung der VOC-Gesamtbelastung

Da in Innenräumen eine sehr große Anzahl von Luftverunreinigungen mit niedrigen Einzelstoffkonzentrationen auftreten kann, wurden zusätzlich Leitwerte für einen Summenparameter (TVOC-Wert) abgeleitet (Seifert: Die Beurteilung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der flüchtigen organischen Verbindungen [TVOC-Wert]. Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz 3, 1999), die eine Beurteilung der Innenraumluftqualität ermöglichen sollen (TVOC = Total Volatile Organic Compounds; Tabelle 2). Die Ableitung dieser TVOC-Richtwerte basiert auf wissenschaftlichen Publikationen und Orientierungswerten, die im Rahmen von Feldstudien gewonnen wurden. Im Unterschied zu den RW II-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: Leitwerte (Konzentrationsbereiche) für die Bewertung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen TVOC (Seifert 1999, modifiziert gemäß Handreichung, 2007)

Stufe	Konzentrationsbereich der TVOC (mg/m ³)	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 ³ ist eine Raumnutzung zu unterlassen

3.2 Bewertung von Carbonylen

Für die Bewertung von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen existieren derzeit folgende Innenraumluft-Richtwerte:

Formaldehyd:

RW I (Gefahrenvorsorgewert): 0,1 mg/m³ (= 100 µg/m³)

Gesättigte azyklische aliphatische C4 bis C11-Aldehyde:

RW II (Interventionswert für Innenräume): 2 mg/m³

RW I (Gefahrenvorsorgewert): 0,1 mg/m³

Benzaldehyd:

RW II (vorläufiger Interventionswert für Innenräume): 0,2 mg/m³

RW I (Gefahrenvorsorgewert): 0,02 mg/m³

2-Furfural:

RW II (vorläufiger Interventionswert für Innenräume): 0,1 mg/m³

RW I (Gefahrenvorsorgewert): 0,01 mg/m³

Acetaldehyd:

RW II (vorläufiger Interventionswert für Innenräume): 1 mg/m³

RW I (Gefahrenvorsorgewert): 0,1 mg/m³

Zur Bewertung von Messwerten, für die keine Innenraumluft-Richtwerte existieren, werden üblicherweise statistisch definierte Werte als Referenzwerte herangezogen (s. Anlage Prüfbericht).

4 Zusammenfassung und Bewertung der Untersuchungsergebnisse

In beiden untersuchten Räumen wurde kein außergewöhnliches Spektrum an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC, Carbonyle) nachgewiesen (s. Prüfberichte 190064-1 und -2). In der Tabelle 3 sind die flüchtigen organischen Luftverunreinigungen (VOC) und einige Carbonyle zusammengefasst, die als Hauptkomponenten in der Raumluft des untersuchten Raumes nachzuweisen waren.

Es wurden keine Überschreitungen von Innenraumluft-Richtwerten festgestellt. Die Konzentrationen der nachgewiesenen Luftverunreinigungen lagen im Bereich üblicher Hintergrundbelastungen (vgl. Referenzwerte in den Anlagen zu den Prüfberichten).

Die ermittelte VOC-Gesamtbelastung (bestimmt als TVOC-Wert) lag mit 0,19 mg/m³ in Raum C198 in einer hygienisch unbedenklichen Größenordnung. Der langfristig anzustrebende lufthygienische Zielwert von $\leq 0,3$ mg/m³ wird eingehalten. In Raum C291 im OG lag der Wert mit 0,49 mg/m³ in einer hygienisch noch unbedenklichen Größenordnung.

Tabelle 3: Luftverunreinigungen (Hauptkomponenten)

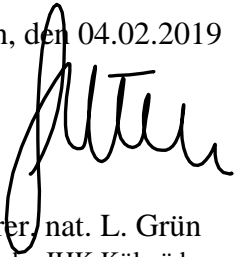
Substanz	MP1: EG, Raum C198 Konzentration [µg/m³]	MP2: OG, Raum C291 Konzentration [µg/m³]
Decamethylcyclopentasiloxan	45	100
Limonen	7	120
1-Methoxy-2-propanol	15	6
Hexanal / Hexamethylcyclotrisiloxan	5 / 2	3 / 5
Nonanal	4	7
2,2,4,6,6-Pentamethylheptan	3	2
Octanal	2	3
Essigsäure	13	53
Decanal	2	6
2-Ethyl-1-hexanol	3	2
beta-Myrcen	<1	3
1,2-Propylenglycol-n-butylether	2	5
Carbonyl		
Formaldehyd	24	21
Acetaldehyd	9	9
Aceton	18	21
Propanal	<3	<3
Hexanal	5	<3
TVOC (mg/m³)	0,19	0,49
Konzentrationen über Innenraumluftrichtwerten	Keine	Keine

5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Es wurden keine außergewöhnlichen Konzentrationen von flüchtigen organischen Luftverunreinigungen festgestellt, die als Auslöser von Gesundheits- oder Befindlichkeitsstörungen in Betracht zu ziehen sind. Die gemessenen Konzentrationen liegen im Bereich von Hintergrundbelastungen.

Befindlichkeitsstörungen können auch durch partikelförmige Luftverunreinigungen oder unbehagliches Raumklima verursacht oder zumindest mit verursacht sein. Zum Zeitpunkt der Probenahme lag die rel. Luftfeuchte in den beiden untersuchten Räumen unter 30 % r.F. Sehr trockene Innenraumluft führt erfahrungsgemäß zu höheren Partikelkonzentrationen und zur Zunahme der Häufigkeit von Klagen über Schleimhautreizungen und Atemwegsbeschwerden bei Raumnutzern. Die Luftfeuchte in Innenräumen sollte möglichst im Bereich von 40-60 % liegen. Zeitweise Unterschreitungen auf Werte von bis zu 30 % r.F. sind tolerabel. Unterschreitungen von 30 % r. Feuchte sind zu vermeiden. Es wird empfohlen, die Kohlendioxidkonzentrationen und das Innenraumklima in den betroffenen Räumen über einen Zeitraum von 1-2 Wochen (winterliche Witterung) zu messen.

Köln, den 04.02.2019

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'L. Grün', written over the date.

Dr. rer. nat. L. Grün

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