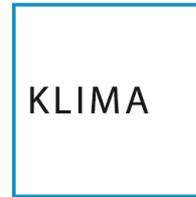


Ganz Klima GmbH

Werkstr. 2e, Postfach 339, CH-8630 Rüti ZH
T +41 (0)55 260 23 80, F +41 (0)55 260 23 81
Mobile +41 (0)76 54 54 188
ganz@ganzklima.ch
www.ganzklima.ch
PC 90-162000-5 CHE-110.343.531 MWST

GANZ KLIMA



Raumluft
Beratung
Messung
Begleitung

Bericht Nachmessungen Sommer 2022 Schulanlagen Belp

Nr. 01-22-0461

Ausstellungsdatum 30. August 2022

Objektbezeichnung Schulanlagen Belp

Objektadresse Thalgutstrasse 1-5 und Oberhäusern; CH-3223 Belp

Auftraggeber Gemeinde Belp; Bereich Liegenschaften; Gartenstrasse 2;
CH-3123 Belp

Adressat Gemeinde Belp; Bereich Liegenschaften; Erich Hönger; Garten-
strasse 2; CH-3123 Belp

Inhaltsverzeichnis

Ausgangslage	3
Aufgabe	3
Vorgehen	3
Resultate	4
VOC in Raumluf	4
Interpretation nachgewiesener Konzentrationen	5
Konzentrationen flüchtiger PAKs in der Raumluf	5
Schlussfolgerungen	9
Wie ist der Verlauf der Konzentrationen flüchtiger PAKs?	9
Welche Handlungsempfehlungen lassen sich ableiten?	9
Anhang	11
Material und Methoden	11
Datenzusammenstellung	11
Bilder	12
Untersuchungsbericht der Firma Dräger Safety AG	12

PAK:
Polycyclische aromati-
sche Kohlenwasserstof-
fe

Ausgangslage

In den Schulanlagen Mühlematt und Belpberg wurden in diversen Schulräumen flüchtige PAKs nachgewiesen. Mittels Raumlufreinigungsgeräten und regelmässigen Stosslüftungen während der Schulzeit können die Konzentrationen auf einem akzeptablen Niveau gehalten werden.

Zur Überwachung wurden bis zur Sanierung der Schulräume quartalsweise Nachmessungen in ausgewählten Schulräumen empfohlen.

Die Gemeinde Belp beauftragte die Firma Ganz Klima GmbH am 27. Juni 2022 mit der Nachmessung „Sommer 2022“.

Aufgabe

Folgende Fragen sollen beantwortet werden:

1. Wie ist der Verlauf der Konzentrationen flüchtiger PAKs?
2. Welche Handlungsempfehlungen lassen sich ableiten?

Vorgehen

Am Nachmittag vor den Messungen (8. Juli 2022) wurden die Räumlichkeiten (Klassenzimmer Ost 11, Ost 2, West 54 und Belpberg UG Raum 3) durch Ganz Klima GmbH kontrolliert gelüftet und anschliessend wurden Türen und Fenster bis nach der Messung (9. Juli 2022) geschlossen gehalten. In den untersuchten Klassenzimmern liefen die Raumlufreinigungsgeräte tagsüber auf Stufe 2 (6:00 – 22:00¹) und nachts auf Stufe 6.

Weitere Angaben zur Messmethodik sind im Anhang zusammengestellt.

¹ Im Schulhaus Belpberg 7:00 – 21:00.

Resultate

VOC in Raumluff

	Trakt Hausnummer	Ost 3	Ost 3	West 5	Belpberg
	Etage	1.OG	EG	4.OG	UG
	Raum	11	2	54	3
	Messbedingung	S	S	S	S
Stoffgruppe	Stoff	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Alkohole	1-Butanol	17	n.n.	n.n.	11
Alkohole	2-Propanol	n.n.	30	n.n.	14
	Summe Alkohole	17	30	n.n.	25
Aromat	Naphthalin	3	n.n.	n.n.	2
	Summe Aromaten	3	n.n.	n.n.	2
Ester	Ethylacetat	n.n.	n.n.	29	n.n.
	Summe Ester	n.n.	n.n.	29	n.n.
Ketone	Methylethylketon	n.n.	n.n.	32	n.n.
	Summe Ketone	n.n.	n.n.	32	n.n.
Glycolether	1-Methoxy-2-Propanol	171	199	31	19
	Summe Glycolether	171	199	31	19
Sonstige	1-Methyl-naphthalin	2	n.n.	n.n.	n.n.
Sonstige	2-Methyl-naphthalin	4	2	3	n.n.
Sonstige	Diphenyl	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Sonstige	Dibenzofuran	2	n.n.	2	n.n.
Sonstige	Phenanthren/ Anthracen	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Sonstige	Decamethylcyclopentasiloxan	13	11	12	n.n.
Sonstige	1-Butoxy-2-propanol	n.n.	27	16	n.n.
	TVOC	212	269	125	46
	Ausserhalb VOC-Bereich	n.n.	30	n.n.	14
	TVOC gemäss eco-bau	212	239	125	32

Tab. 1: Resultate der VOC-Messungen im SH Mühlematt und Belpberg (Messbedingungen: S→ Standardbedingungen; N→ Nutzungsbedingung)

Interpretation nachgewiesener Konzentrationen

Definition Innenraum gemäss VDI 4300:

Wohnungen mit Wohn-, Schlaf-, Bastel-, Sport- und Kellerräumen, Küchen und Badezimmern; Arbeitsräume bzw. Arbeitsplätze in Gebäuden, die nicht im Hinblick auf Luftschadstoffe arbeitschutzrechtlichen Kontrollen unterliegen (so z.B. Büros, Verkaufsräume); öffentliche Gebäude (Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Sporthallen, Bibliotheken, Gaststätten, Theater, Kinos und andere Veranstaltungsräume) sowie die Fahrträume von Kraftfahrzeugen und allen öffentlichen Verkehrsmitteln.

Im Gegensatz zur Aussenluft existieren für Innenräume keine rechtlich verbindlichen Grenzwerte für Luftschadstoffe. Deshalb muss bei der Bewertung von Schadstoffen in Innenräumen auf Richtwerte oder bei deren Fehlen auf Orientierungswerte zurückgegriffen werden. Wichtig ist die Unterscheidung zwischen Grenz-, Richt- und Orientierungswert.

Grenzwert	Richtwert	Orientierungswert
Grenzwerte bezeichnen Konzentrationen, die rechtlich verbindlich sind. Die Festlegung geschieht aufgrund toxikologischer Daten.	Richtwerte bezeichnen Konzentrationen, bei deren Überschreitung aufgrund toxikologischer Daten Symptome nicht unwahrscheinlich sind, aber dafür keine rechtliche Grundlage existiert.	Orientierungswerte beziehen sich auf Erfahrungswerte aus Daten verschiedener Studien (Konzentrationen, die üblicherweise gefunden werden)

Weiter werden auch Konzentrationen als Zielwerte angegeben. Diese sind so definiert, dass sie in etwa einem Innenraum ohne zusätzliche Schadstoffquellen entsprechen. Zielwerte sind zur Bewertung aus gesundheitlicher Sicht nicht zulässig. In Neubauten werden Zielwerte nur schwer erreicht.

Konzentrationen flüchtiger PAKs in der Raumluft

Richtwert flüchtiger PAKs

Zur Beurteilung flüchtiger PAKs in Innenräumen liegt ein toxikologisch abgeleiteter Richtwert für Naphthalin als Leitverbindung sowie ein vorläufiger Wert für die Summe bi- und trizyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (Naphthalin-ähnliche Stoffe) vor (UBA, 2013). Gemäss Definition stellt Richtwert II die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft dar, bei deren Erreichen bzw. Überschreiten unverzüglich Handlungsbedarf besteht, da diese Konzentration geeignet ist, insbesondere bei Daueraufenthalt in den Räumen die Gesundheit empfindlicher Personen einschliesslich Kindern zu gefährden. Richtwert I dagegen ist die Konzentration, bei der auch bei lebenslanger Exposition von empfindlichen Personen keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist. Aus Vorsorgegründen besteht auch im Konzentrationsbereich zwischen Richtwert I und II Handlungsbedarf. Die Anwendung dieser Richtwerte setzt die Durchführung einer Messung unter üblichen Nutzungsbedingungen voraus (UBA 2012).

UBA 2013: „Richtwerte für Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen in der Innenraumluft“; Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz; 2013

UBA 2012: „Richtwerte für die Innenraumluft: erste Fortschreibung des Basisschemas“; Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz; 2012

Für Naphthalin wurde ein Richtwert II von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. Für Naphthalin-ähnliche Stoffe ist nur eine ungenügende Datenlage vorhanden. Es wird allerdings davon ausgegangen, dass insbesondere bityklische aromatische Kohlenwasserstoffe eine ähnliche Toxizität aufweisen wie Naphthalin. Deshalb wurde für die Summe von Naphthalin und Naphthalin-ähnlicher Verbindungen (bityklische² sowie bi- und trityklische aromatische Kohlenwasserstoffe³) ein vorläufiger Richtwert II von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definiert (UBA 2013). Der Vorsorgerichtwert (Richtwert I) liegt bei $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nachgewiesene Konzentrationen

In zwei der vier untersuchten Klassenzimmern wird Naphthalin nachgewiesen. Die Konzentrationen liegen bei $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (OST 11) und $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Belpberg). In den beiden andern Schulräumen wird kein Naphthalin oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen (Abb. 1).

In allen vier Klassenzimmern werden flüchtige PAKs festgestellt. Die nachgewiesenen Summenkonzentrationen liegen zwischen 2 und $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Schulzimmer OST 11 wird die höchste Summenkonzentration nachgewiesen. Sie liegt noch unterhalb von Richtwert I (Vorsorgerichtwert).

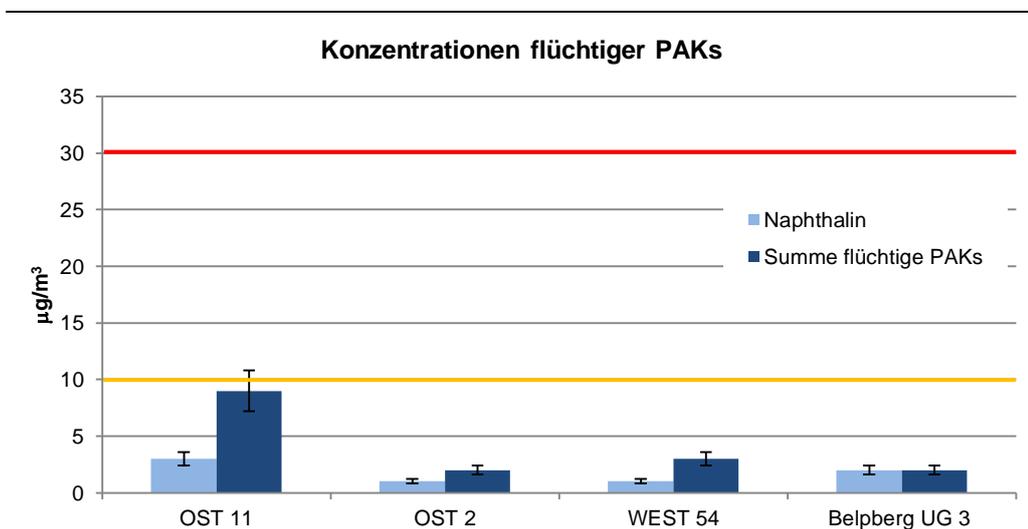


Abb. 1: Zusammenstellung nachgewiesener flüchtiger PAKs⁴ (hellblau: Naphthalin; dunkelblau: Summe bi- und trityklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe) im ungelüfteten Zustand zusammen mit Richtwert II (rote Linie) und Richtwert I (orange Linie).

² Naphthalin, 2-Methylnaphthalin, 1-Methylnaphthalin, Dimethylnaphthalin

³ Naphthalin, 2-Methylnaphthalin, 1-Methylnaphthalin, Dimethylnaphthalin, Phenanthren/Anthracen, Acenaphthen

⁴ Bei einer nicht nachweisbaren Konzentration (Naphthalin und Summe flüchtiger PAKs) wird die halbe Bestimmungsgrenze, in diesem Fall $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in der Grafik als nachgewiesene Konzentration aufgeführt.

Verlauf der PAK-Konzentrationen

In Abb. 2 und Abb. 3 sind die Verläufe der Naphthalinkonzentrationen und der Summenkonzentrationen flüchtiger PAKs dargestellt.

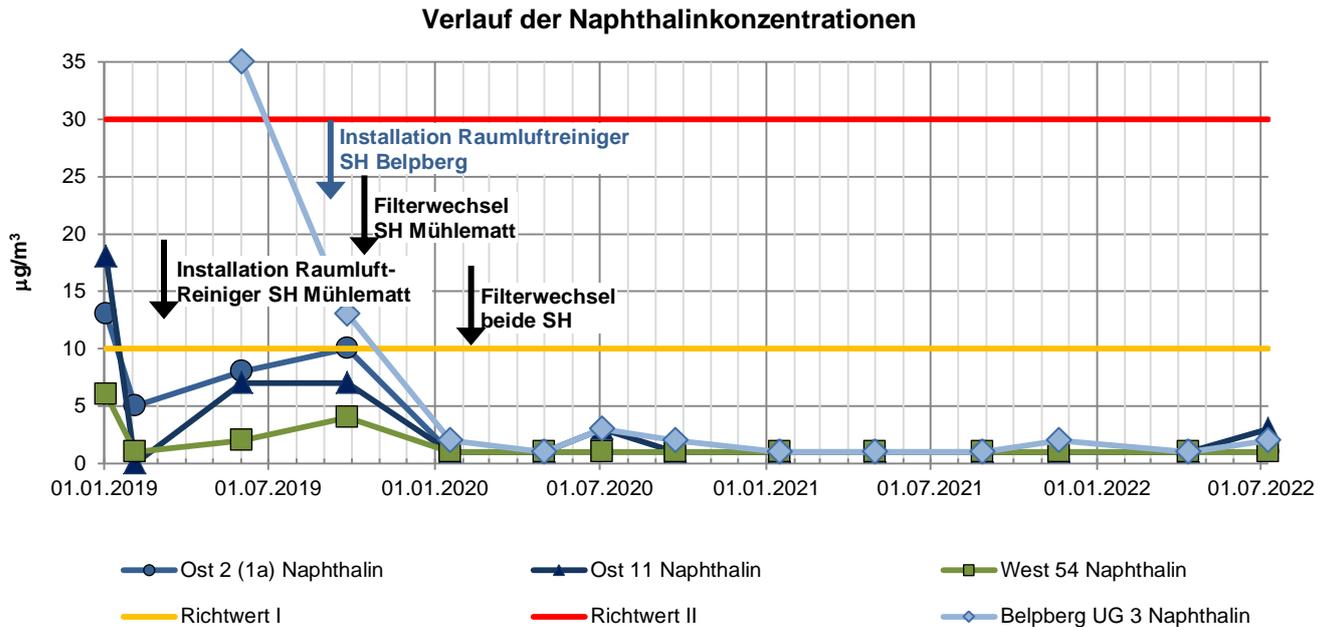


Abb. 2: Verlauf der Naphthalinkonzentrationen zusammen mit Richtwert II (rote Linie) und Richtwert I (orange Linie).

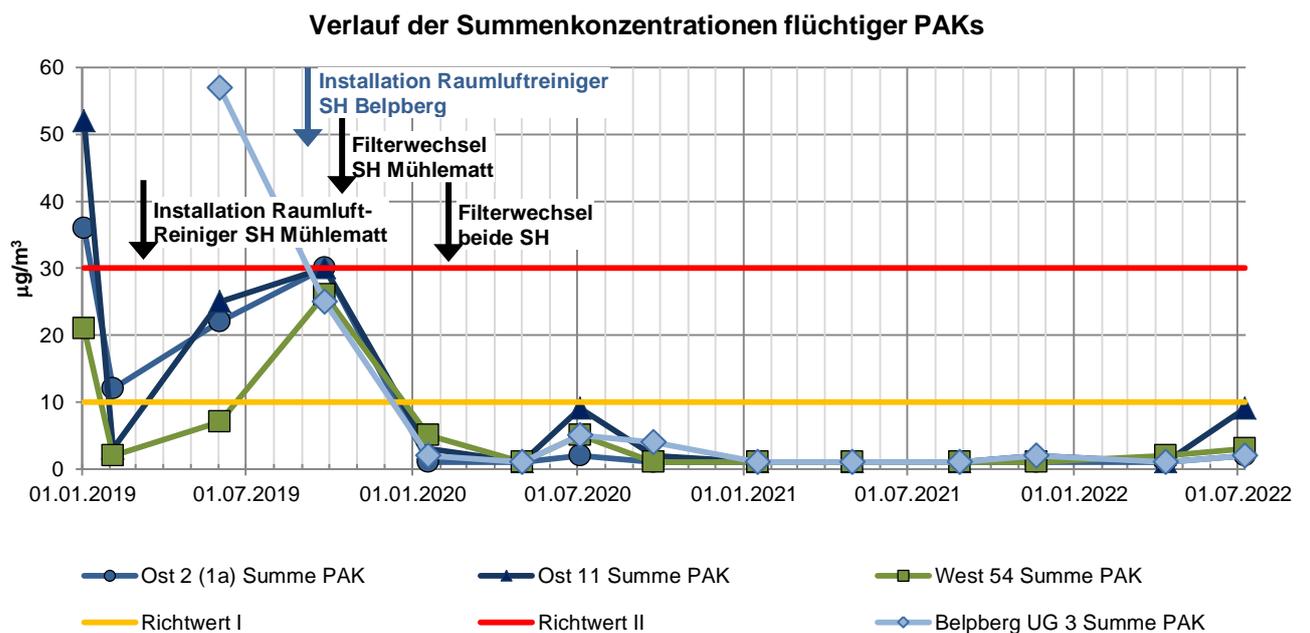


Abb. 3: Verlauf der Summenkonzentrationen flüchtiger PAKs zusammen mit Richtwert II (rote Linie) und Richtwert I (orange Linie).

Alle nachgewiesenen Konzentrationen liegen nach wie vor unterhalb des Vorsorgerichtwerts (Richtwert I).

Im Vergleich mit der letzten Messung im Frühjahr sind die Konzentrationen leicht angestiegen. Der deutlichste Anstieg ist im Klassenzimmer OST 11 feststellbar. Hier wird eine gleich hohe Konzentration wie im Sommer 2020 nachgewiesen. Zwischen Sommer 2020 und Sommer 2022 sind die Konzentrationen bei tieferen Werten geblieben. Der Anstieg vor allem im Klassenzimmer OST 11 kann mit der erhöhten Raumlufttemperatur (26.3°C) und/oder der Belegung in den Tagen vor der Messung in Zusammenhang stehen. Grundsätzlich sind die Filter aber nach wie vor gut einsetzbar und deren Aufnahmekapazität ist auch nach rund 29 Monaten nicht erschöpft.

Verlauf der TVOC-Konzentrationen

Anhand des Verlaufs der Summenkonzentration aller detektierten flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC) lässt sich die Kapazitätsgrenze der Filter zusätzlich beurteilen. An allen untersuchten Messorten sind die Summenkonzentrationen etwas angestiegen (Abb. 4). Die Frage, ob dies mit der Raumlufttemperatur zusammenhängt, lässt sich mit der nächsten Messung im Herbst beantworten.

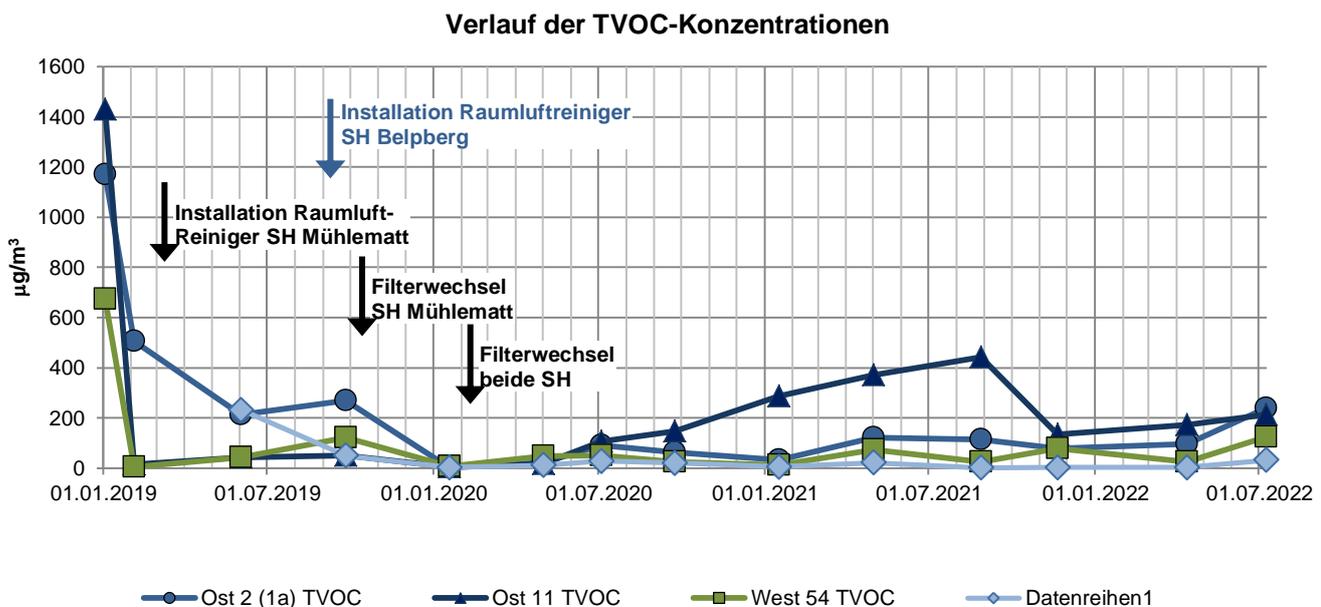


Abb. 4: Verlauf der TVOC-Konzentrationen.

Schlussfolgerungen

Wie ist der Verlauf der Konzentrationen flüchtiger PAKs?

Gegenüber der letzten Messung Mitte April 2022 wird eine Erhöhung der Konzentrationen flüchtiger PAKs festgestellt. Alle Werte liegen allerdings nach wie vor unterhalb von Richtwert I. Die Filterleistung der Raumlufthereinigungsgeräte bezüglich dieser Stoffe ist nach wie vor gut.

Welche Handlungsempfehlungen lassen sich ableiten?

Anhand der vorliegenden Ergebnisse wird eine erneute Anpassung der Filterstandzeiten vorgeschlagen. Gründe hierfür sind:

- Alle Werte liegen (mehrheitlich deutlich) unterhalb des Vorsorgerichtwert (Richtwert I).
- Bei regelmässiger Fensterlüftung sinken die Konzentrationen weiter ab.
- Die andauernd gute Filterleistung wird auch anhand der TVOC-Konzentrationen bestätigt.

Konkret wird Folgendes vorgeschlagen:

- Der Filterwechsel soll bis Vorliegen der Resultate der nächsten Messung in Woche 38 (24. September 2022) aufgeschoben werden.
- Entscheid über eine weitere Verlängerung der Filterstandzeiten anhand der Resultate.
- Die Vorfilter (HEPA-Filter) sind von der obigen Empfehlung nicht betroffen. Sie sollen gemäss Gebrauchsanleitung alle 9 bis 15 Monate gewechselt werden. Es wird empfohlen, diese einmal pro Jahr zu ersetzen.
- Ansonsten soll so weiter gefahren werden wie bisher, d.h. konkret Betrieb der Raumlufthereiniger tagsüber auf Stufe 2, nachts auf Stufe 6 und regelmässiges Stosslüften.

Rüti, 30. August 2022

Ganz Klima
Roland Ganz 

Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Er besteht aus 12 Seiten (inkl. Titelseiten) und 13 Seiten Untersuchungsberichte. Ohne schriftliche Genehmigung der Ganz Klima GmbH darf der Bericht nur vollständig wiedergegeben werden. Aussagen, die auf Auszügen beruhen, sind unzulässig.

Anhang

Material und Methoden

Chemie Raumluf

Die aktive Probenahme auf VOC erfolgte auf Tenax. Im Labor (Dräger Safety AG in Lübeck) wurde das Tenaxröhrchen thermodesorbiert und anschließend mittels GC/MS analysiert. Die Bestimmungsgrenzen liegen je nach Verbindung zwischen 2 und 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Der Fehler (bezogen auf Probenahme und Analytik) liegt bei ca. $\pm 20\%$.

Weitere Angaben zur Analytik finden sich in den Untersuchungsberichten der ausführenden Labore.

Datenzusammenstellung

Messdatum	9.7.2022	9.7.2022	9.7.2022	9.7.2022
Messort	Ost – 1.OG – Klassenzimmer 11	Ost – EG – Klassenzimmer 2	West 1 - 4.OG - Klassenzimmer 54	Belpberg - UG - Klassenzimmer 3
Messhöhe	1.5 m	1.5 m	1.5 m	1.5 m
Lüftungs- bedingungen	FL vor >12 h	FL vor >12 h	FL vor >12 h	FL vor >12 h
Raumnutzung	unbenutzt	unbenutzt	unbenutzt	unbenutzt
Relative Luftfeuchte	42 %	45 %	44 %	47 %
Raumtemperatur	26.3 °C	24.7 °C	25.2 °C	24.2 °C
Probenahme	VOC	VOC	VOC	VOC
Probennummer	461-112	461-113	461-114	461-115
Volumenstrom	0.2 l/min	0.2 l/min	0.2 l/min	0.2 l/min
Probenvolumen	3 l	3 l	3 l	3 l

Bilder



Abb. 5: Ost 1.OG Klassenzimmer 11



Abb. 6: Ost EG Klassenzimmer 2



Abb. 7: West 4.OG Klassenzimmer 54



Abb. 8: Belpberg UG Klassenzimmer 3

Untersuchungsbericht der Firma Dräger Safety AG

Ganz Klima GmbH
Herr Ganz
Werkstrasse 2e

CH-8630 Rüti ZH

Analysenergebnis

Sehr geehrte Damen und Herren,

wir danken für die Erteilung des Analysenauftrages und möchten Ihnen nun gerne das Untersuchungsergebnis mitteilen, das diesem Schreiben beigelegt ist.

Datum
29.07.2022
Unser Zeichen
st-rd-c-as / bie
Durchwahl
+49 451 882-4198
Fax
+49 451 882-4659
eMail
analysenservice@draeger.com

Analysenmethode:

Die Analyse wird gemäß SAA 950 durchgeführt und beruht auf dem anerkannten Verfahren DIN/ISO 16000-6:2012. Die auf dem Thermodesorptionsröhrchen (TDS-Tenax) angereicherten Substanzen werden thermisch desorbiert. Das inerte Trägergas (Helium) überführt diese Stoffe über die Kühlfalle in den Gaschromatografen. Die Trennung des Substanzgemisches erfolgt über Kapillargaschromatografie (HP-5-MS) und die anschließende Analyse durch einen massenselektiven Detektor (EI). Die Identifizierung erfolgt anhand der Retentionszeiten und durch computerunterstützten Vergleich der aufgenommenen Massenspektren mit einer Bibliothek (ca. 280000 Spektren). Die erweiterte Messunsicherheit der Analyten beträgt max. 24%.

Das Ergebnis "n.n." bedeutet, dass dieser Stoff nicht nachgewiesen wurde bzw. die Konzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG) liegt.

Die überwiegende Anzahl der Stoffe aus der Ergebnistabelle sind in der Vorschrift DIN/ISO 16000-6 /-5 aufgeführt, werden bei jeder Messung untersucht und sind stoffspezifisch kalibriert. Werden darüber hinaus zusätzliche Substanzen in der Probe detektiert, so werden diese zu der Stoffliste hinzugefügt. Substanzen, die als Toluol-Äquivalent quantifiziert sind, werden mit "TÄ" gekennzeichnet. Bei Stoffen deren Identifizierung nicht eindeutig ist oder mittels Spektrendatenbank erfolgte, findet sich unter Bemerkungen ein "?". Sie sind ebenfalls als Toluol-Äquivalent quantifiziert.

Alle unbestimmbaren Stoffe sind in dem Summenparameter "Weitere Stoffe" zusammengefasst. Der Summenparameter TVOC umfasst alle flüchtigen organischen Verbindungen (d.h. alle Stoffe aus der Ergebnistabelle inklusive aller unbestimmbarer Stoffe "Weitere Stoffe") der Probe.

Analysenbericht

Proben-Nr.: **220C475** Probenbezeichnung: RAL-461-112; C18535
 Prüfberichts-Nr.: 20220900 Sammlertyp: Thermodesorptionsröhrchen
 Probeneingang: 19.07.2022 Probenahmevolumen: 3 L

Das Ergebnis wurde mit den obigen Probenahmeparametern berechnet. Die Probenahme erfolgte durch den Kunden.

BG: die Bestimmungsgrenze (BG) wurde errechnet für aktive Probenahme (3 L) mit TDS

Stoffgruppe	Stoff	Ergebnis	BG	CAS	Bemerkung
		µg/m ³	µg/m ³		
Aliphat	1-Decen	n.n.	10	872-05-9	
Aliphat	1-Octen	n.n.	10	111-66-0	
Aliphat	2-Methylpentan	n.n.	10	107-83-5	
Aliphat	3-Methylpentan	n.n.	10	96-14-0	
Aliphat	Cyclohexan	n.n.	10	110-82-7	
Aliphat	Methylcyclohexan	n.n.	10	108-87-2	
Aliphat	Methylcyclopentan	n.n.	10	96-37-7	
Aliphat	n-Decan	n.n.	10	124-18-5	
Aliphat	n-Dodecan	n.n.	10	112-40-3	
Aliphat	n-Heptan	n.n.	10	142-82-5	
Aliphat	n-Hexan	n.n.	10	110-54-3	
Aliphat	n-Hexadecan	n.n.	10	544-76-3	
Aliphat	n-Nonan	n.n.	10	111-84-2	
Aliphat	n-Tetradecan	n.n.	10	629-59-4	
Aliphat	n-Octan	n.n.	10	111-65-9	
Aliphat	n-Pentadecan	n.n.	10	629-62-9	
Aliphat	n-Tridecan	n.n.	10	629-50-5	
Aliphat	n-Undecan	n.n.	10	1120-21-4	
Aliphat	Triisobutylen	n.n.	10	7756-94-7	
	Summe Aliphaten	n.n.			
Alkohole	1-Butanol	17	10	71-36-3	
Alkohole	2-Ethyl-1-hexanol	n.n.	10	104-76-7	
Alkohole	2-Propanol	n.n.	10	67-63-0	
Alkohole	Benzylalkohol	n.n.	10	100-51-6	
	Summe Alkohole	17			
Aromat	1,2,4-Trimethylbenzol	n.n.	10	95-63-6	
Aromat	1,3,5-Trimethylbenzol	n.n.	10	108-67-8	
Aromat	2-Ethyltoluol	n.n.	10	611-14-3	
Aromat	Benzol	n.n.	2	71-43-2	
Aromat	Ethylbenzol	n.n.	10	100-41-4	
Aromat	Naphthalin	3	2	91-20-3	
Aromat	Phenylcyclohexen	n.n.	5	4994-16-5	
Aromat	Styrol	n.n.	10	100-42-5	
Aromat	Toluol	n.n.	10	108-88-3	
Aromat	m/p-Xylol	n.n.	10	1330-20-7	
Aromat	o-Xylol	n.n.	10	95-47-6	
Aromat	n-Propylbenzol	n.n.	10	103-65-1	

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung der Dräger

Analysentechnik ist eine auszugsweise Vervielfältigung des Analysenberichtes nicht gestattet.

Stoffgruppe	Stoff	Ergebnis	BG	CAS	Bemerkung
		µg/m ³	µg/m ³		
	Summe Aromaten	3			
CKW	1,1,1-Trichlorethan	n.n.	5	71-55-6	
CKW	1,4-Dichlorbenzol	n.n.	5	106-46-7	
CKW	Perchlorethylen	n.n.	5	127-18-4	
CKW	Trichlorethylen	n.n.	5	79-01-6	
	Summe CKW	n.n.			
Ester	Ethylacetat	n.n.	10	141-78-6	
Ester	i-Propylacetat	n.n.	10	108-21-4	
Ester	n-Butylacetat	n.n.	10	123-86-4	
Ester	1-Methoxy-2-propylacetat	n.n.	10	108-65-6	
Ester	2-Ethoxyethylacetat	n.n.	10	111-15-9	
Ester	Dimethylphthalat	n.n.	10	131-11-3	
Ester	Texanol	n.n.	10	25265-77-4	
Ester	TXIB	n.n.	10	6846-50-0	
	Summe Ester	n.n.			
Ketone	Acetophenon	n.n.	5	98-86-2	
Ketone	Cyclohexanon	n.n.	10	108-94-1	
Ketone	Methylethylketon	n.n.	10	78-93-3	
Ketone	Methylisobutylketon	n.n.	10	108-10-1	
	Summe Ketone	n.n.			
Terpene	3-Caren	n.n.	10	13466-78-9	
Terpene	Limonen	n.n.	10	5989-27-5	
Terpene	alpha-Pinen	n.n.	10	80-56-8	
Terpene	beta-Pinen	n.n.	10	18172-67-3	
	Summe Terpene	n.n.			
Glycolether	2-Methoxyethanol	n.n.	10	109-86-4	
Glycolether	2-Ethoxyethanol	n.n.	10	110-80-5	
Glycolether	2-Butoxyethanol	n.n.	10	111-76-2	
Glycolether	1-Methoxy-2-Propanol	171	10	107-98-2	
Glycolether	2-(2-Butoxyethoxy)-ethanol	n.n.	10	112-34-5	
Glycolether	2-Phenoxyethanol	n.n.	10	122-99-6	
	Summe Glykolderivate	171			
Aldehyd	n-Butanal	n.n.	10	123-72-8	
Aldehyd	n-Pentanal	n.n.	10	110-62-3	
Aldehyd	n-Hexanal	n.n.	10	66-25-1	
Aldehyd	n-Nonanal	n.n.	10	124-19-6	
Aldehyd	Benzaldehyd	n.n.	10	100-52-7	
	Summe Aldehyde	n.n.			
Sonstige	2-Pentylfuran	n.n.	10	3777-69-3	
Ether	Tetrahydrofuran	n.n.	10	109-99-9	
Siloxan	Decamethylcyclopentasiloxan	13	10	541-02-6	
Aromat	2-Methylnaphthalin	4	2	91-57-6	
Aromat	1-Methylnaphthalin	2	2	90-12-0	
Aromat	Diphenyl	n.n.	2	92-52-4	
Aromat	Dibenzofuran	2	2	132-64-9	
Aromat	Phenanthren/Anthracen	n.n.	2	85-01-8/120-12-7	

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung der Dräger Analysetechnik ist eine auszugsweise Vervielfältigung des Analysenberichtes nicht gestattet.

Stoffgruppe	Stoff	Ergebnis	BG	CAS	Bemerkung
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Summenparameter	Weitere Stoffe	n.n.			
Summenparameter	TVOC	212			

29.07.2022

Sachbearbeiter(in) Kai Bierans

Analysenbericht

Proben-Nr.: **220C476** Probenbezeichnung: RAL-461-113; C18703
 Prüfberichts-Nr.: 20220900 Sammlertyp: Thermodesorptionsröhrchen
 Probeneingang: 19.07.2022 Probenahmevolumen: 3 L

Das Ergebnis wurde mit den obigen Probenahmeparametern berechnet. Die Probenahme erfolgte durch den Kunden.

BG: die Bestimmungsgrenze (BG) wurde errechnet für aktive Probenahme (3 L) mit TDS

Stoffgruppe	Stoff	Ergebnis	BG	CAS	Bemerkung
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Aliphat	1-Decen	n.n.	10	872-05-9	
Aliphat	1-Octen	n.n.	10	111-66-0	
Aliphat	2-Methylpentan	n.n.	10	107-83-5	
Aliphat	3-Methylpentan	n.n.	10	96-14-0	
Aliphat	Cyclohexan	n.n.	10	110-82-7	
Aliphat	Methylcyclohexan	n.n.	10	108-87-2	
Aliphat	Methylcyclopentan	n.n.	10	96-37-7	
Aliphat	n-Decan	n.n.	10	124-18-5	
Aliphat	n-Dodecan	n.n.	10	112-40-3	
Aliphat	n-Heptan	n.n.	10	142-82-5	
Aliphat	n-Hexan	n.n.	10	110-54-3	
Aliphat	n-Hexadecan	n.n.	10	544-76-3	
Aliphat	n-Nonan	n.n.	10	111-84-2	
Aliphat	n-Tetradecan	n.n.	10	629-59-4	
Aliphat	n-Octan	n.n.	10	111-65-9	
Aliphat	n-Pentadecan	n.n.	10	629-62-9	
Aliphat	n-Tridecan	n.n.	10	629-50-5	
Aliphat	n-Undecan	n.n.	10	1120-21-4	
Aliphat	Triisobutylen	n.n.	10	7756-94-7	
	Summe Aliphaten	n.n.			
Alkohole	1-Butanol	n.n.	10	71-36-3	
Alkohole	2-Ethyl-1-hexanol	n.n.	10	104-76-7	
Alkohole	2-Propanol	30	10	67-63-0	
Alkohole	Benzylalkohol	n.n.	10	100-51-6	
	Summe Alkohole	30			
Aromat	1,2,4-Trimethylbenzol	n.n.	10	95-63-6	
Aromat	1,3,5-Trimethylbenzol	n.n.	10	108-67-8	
Aromat	2-Ethyltoluol	n.n.	10	611-14-3	
Aromat	Benzol	n.n.	2	71-43-2	
Aromat	Ethylbenzol	n.n.	10	100-41-4	
Aromat	Naphthalin	n.n.	2	91-20-3	
Aromat	Phenylcyclohexen	n.n.	5	4994-16-5	
Aromat	Styrol	n.n.	10	100-42-5	
Aromat	Toluol	n.n.	10	108-88-3	
Aromat	m/p-Xylol	n.n.	10	1330-20-7	
Aromat	o-Xylol	n.n.	10	95-47-6	
Aromat	n-Propylbenzol	n.n.	10	103-65-1	

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung der Dräger

Analysentechnik ist eine auszugsweise Vervielfältigung des Analysenberichtes nicht gestattet.

Stoffgruppe	Stoff	Ergebnis µg/m³	BG µg/m³	CAS	Bemerkung
	Summe Aromaten	n.n.			
CKW	1,1,1-Trichlorethan	n.n.	5	71-55-6	
CKW	1,4-Dichlorbenzol	n.n.	5	106-46-7	
CKW	Perchlorethylen	n.n.	5	127-18-4	
CKW	Trichlorethylen	n.n.	5	79-01-6	
	Summe CKW	n.n.			
Ester	Ethylacetat	n.n.	10	141-78-6	
Ester	i-Propylacetat	n.n.	10	108-21-4	
Ester	n-Butylacetat	n.n.	10	123-86-4	
Ester	1-Methoxy-2-propylacetat	n.n.	10	108-65-6	
Ester	2-Ethoxyethylacetat	n.n.	10	111-15-9	
Ester	Dimethylphthalat	n.n.	10	131-11-3	
Ester	Texanol	n.n.	10	25265-77-4	
Ester	TXIB	n.n.	10	6846-50-0	
	Summe Ester	n.n.			
Ketone	Acetophenon	n.n.	5	98-86-2	
Ketone	Cyclohexanon	n.n.	10	108-94-1	
Ketone	Methylethylketon	n.n.	10	78-93-3	
Ketone	Methylisobutylketon	n.n.	10	108-10-1	
	Summe Ketone	n.n.			
Terpene	3-Caren	n.n.	10	13466-78-9	
Terpene	Limonen	n.n.	10	5989-27-5	
Terpene	alpha-Pinen	n.n.	10	80-56-8	
Terpene	beta-Pinen	n.n.	10	18172-67-3	
	Summe Terpene	n.n.			
Glycolether	2-Methoxyethanol	n.n.	10	109-86-4	
Glycolether	2-Ethoxyethanol	n.n.	10	110-80-5	
Glycolether	2-Butoxyethanol	n.n.	10	111-76-2	
Glycolether	1-Methoxy-2-Propanol	199	10	107-98-2	
Glycolether	2-(2-Butoxyethoxy)-ethanol	n.n.	10	112-34-5	
Glycolether	2-Phenoxyethanol	n.n.	10	122-99-6	
	Summe Glykolderivate	199			
Aldehyd	n-Butanal	n.n.	10	123-72-8	
Aldehyd	n-Pentanal	n.n.	10	110-62-3	
Aldehyd	n-Hexanal	n.n.	10	66-25-1	
Aldehyd	n-Nonanal	n.n.	10	124-19-6	
Aldehyd	Benzaldehyd	n.n.	10	100-52-7	
	Summe Aldehyde	n.n.			
Sonstige	2-Pentylfuran	n.n.	10	3777-69-3	
Ether	Tetrahydrofuran	n.n.	10	109-99-9	
Siloxan	Decamethylcyclopentasiloxan	11	10	541-02-6	
Glycolether	1-Butoxy-2-propanol	27	10	5131-66-8	TÄ
Aromat	2-Methylnaphthalin	2	2	91-57-6	
Aromat	1-Methylnaphthalin	n.n.	2	90-12-0	
Aromat	Diphenyl	n.n.	2	92-52-4	
Aromat	Dibenzofuran	n.n.	2	132-64-9	

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung der Dräger

Analysentechnik ist eine auszugsweise Vervielfältigung des Analysenberichtes nicht gestattet.

Stoffgruppe	Stoff	Ergebnis $\mu\text{g}/\text{m}^3$	BG $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CAS	Bemerkung
Aromat	Phenanthren/Anthracen	n.n.	2	85-01-8/120-12-7	
Summenparameter	Weitere Stoffe	n.n.			
Summenparameter	TVOC	269			

Substanzen außerhalb des Retentionszeitbereichs von n-Hexan und n-Hexadecan: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2-Propanol).

29.07.2022

Sachbearbeiter(in) Kai Bierans

Analysenbericht

Proben-Nr.: **220C477** Probenbezeichnung: RAL-461-114; B35232
 Prüfberichts-Nr.: 20220900 Sammlertyp: Thermodesorptionsröhrchen
 Probeneingang: 19.07.2022 Probenahmevolumen: 3 L

Das Ergebnis wurde mit den obigen Probenahmeparametern berechnet. Die Probenahme erfolgte durch den Kunden.

BG: die Bestimmungsgrenze (BG) wurde errechnet für aktive Probenahme (3 L) mit TDS

Stoffgruppe	Stoff	Ergebnis	BG	CAS	Bemerkung
		µg/m ³	µg/m ³		
Aliphat	1-Decen	n.n.	10	872-05-9	
Aliphat	1-Octen	n.n.	10	111-66-0	
Aliphat	2-Methylpentan	n.n.	10	107-83-5	
Aliphat	3-Methylpentan	n.n.	10	96-14-0	
Aliphat	Cyclohexan	n.n.	10	110-82-7	
Aliphat	Methylcyclohexan	n.n.	10	108-87-2	
Aliphat	Methylcyclopentan	n.n.	10	96-37-7	
Aliphat	n-Decan	n.n.	10	124-18-5	
Aliphat	n-Dodecan	n.n.	10	112-40-3	
Aliphat	n-Heptan	n.n.	10	142-82-5	
Aliphat	n-Hexan	n.n.	10	110-54-3	
Aliphat	n-Hexadecan	n.n.	10	544-76-3	
Aliphat	n-Nonan	n.n.	10	111-84-2	
Aliphat	n-Tetradecan	n.n.	10	629-59-4	
Aliphat	n-Octan	n.n.	10	111-65-9	
Aliphat	n-Pentadecan	n.n.	10	629-62-9	
Aliphat	n-Tridecan	n.n.	10	629-50-5	
Aliphat	n-Undecan	n.n.	10	1120-21-4	
Aliphat	Triisobutylen	n.n.	10	7756-94-7	
	Summe Aliphaten	n.n.			
Alkohole	1-Butanol	n.n.	10	71-36-3	
Alkohole	2-Ethyl-1-hexanol	n.n.	10	104-76-7	
Alkohole	2-Propanol	n.n.	10	67-63-0	
Alkohole	Benzylalkohol	n.n.	10	100-51-6	
	Summe Alkohole	n.n.			
Aromat	1,2,4-Trimethylbenzol	n.n.	10	95-63-6	
Aromat	1,3,5-Trimethylbenzol	n.n.	10	108-67-8	
Aromat	2-Ethyltoluol	n.n.	10	611-14-3	
Aromat	Benzol	n.n.	2	71-43-2	
Aromat	Ethylbenzol	n.n.	10	100-41-4	
Aromat	Naphthalin	n.n.	2	91-20-3	
Aromat	Phenylcyclohexen	n.n.	5	4994-16-5	
Aromat	Styrol	n.n.	10	100-42-5	
Aromat	Toluol	n.n.	10	108-88-3	
Aromat	m/p-Xylol	n.n.	10	1330-20-7	
Aromat	o-Xylol	n.n.	10	95-47-6	
Aromat	n-Propylbenzol	n.n.	10	103-65-1	

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung der Dräger

Analysentechnik ist eine auszugsweise Vervielfältigung des Analysenberichtes nicht gestattet.

Stoffgruppe	Stoff	Ergebnis	BG	CAS	Bemerkung
		µg/m ³	µg/m ³		
	Summe Aromaten	n.n.			
CKW	1,1,1-Trichlorethan	n.n.	5	71-55-6	
CKW	1,4-Dichlorbenzol	n.n.	5	106-46-7	
CKW	Perchlorethylen	n.n.	5	127-18-4	
CKW	Trichlorethylen	n.n.	5	79-01-6	
	Summe CKW	n.n.			
Ester	Ethylacetat	29	10	141-78-6	
Ester	i-Propylacetat	n.n.	10	108-21-4	
Ester	n-Butylacetat	n.n.	10	123-86-4	
Ester	1-Methoxy-2-propylacetat	n.n.	10	108-65-6	
Ester	2-Ethoxyethylacetat	n.n.	10	111-15-9	
Ester	Dimethylphthalat	n.n.	10	131-11-3	
Ester	Texanol	n.n.	10	25265-77-4	
Ester	TXIB	n.n.	10	6846-50-0	
	Summe Ester	29			
Ketone	Acetophenon	n.n.	5	98-86-2	
Ketone	Cyclohexanon	n.n.	10	108-94-1	
Ketone	Methylethylketon	32	10	78-93-3	
Ketone	Methylisobutylketon	n.n.	10	108-10-1	
	Summe Ketone	32			
Terpene	3-Caren	n.n.	10	13466-78-9	
Terpene	Limonen	n.n.	10	5989-27-5	
Terpene	alpha-Pinen	n.n.	10	80-56-8	
Terpene	beta-Pinen	n.n.	10	18172-67-3	
	Summe Terpene	n.n.			
Glycolether	2-Methoxyethanol	n.n.	10	109-86-4	
Glycolether	2-Ethoxyethanol	n.n.	10	110-80-5	
Glycolether	2-Butoxyethanol	n.n.	10	111-76-2	
Glycolether	1-Methoxy-2-Propanol	31	10	107-98-2	
Glycolether	2-(2-Butoxyethoxy)-ethanol	n.n.	10	112-34-5	
Glycolether	2-Phenoxyethanol	n.n.	10	122-99-6	
	Summe Glykolderivate	31			
Aldehyd	n-Butanal	n.n.	10	123-72-8	
Aldehyd	n-Pentanal	n.n.	10	110-62-3	
Aldehyd	n-Hexanal	n.n.	10	66-25-1	
Aldehyd	n-Nonanal	n.n.	10	124-19-6	
Aldehyd	Benzaldehyd	n.n.	10	100-52-7	
	Summe Aldehyde	n.n.			
Sonstige	2-Pentylfuran	n.n.	10	3777-69-3	
Ether	Tetrahydrofuran	n.n.	10	109-99-9	
Siloxan	Decamethylcyclopentasiloxan	12	10	541-02-6	
Glycolether	1-Butoxy-2-propanol	16	10	5131-66-8	TÄ
Aromat	2-Methylnaphthalin	3	2	91-57-6	
Aromat	1-Methylnaphthalin	n.n.	2	90-12-0	
Aromat	Diphenyl	n.n.	2	92-52-4	
Aromat	Dibenzofuran	2	2	132-64-9	

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung der Dräger Analysetechnik ist eine auszugsweise Vervielfältigung des Analysenberichtes nicht gestattet.

Stoffgruppe	Stoff	Ergebnis	BG	CAS	Bemerkung
		µg/m ³	µg/m ³		
Aromat	Phenanthren/Anthracen	n.n.	2	85-01-8/120-12-7	
Summenparameter	Weitere Stoffe	n.n.			
Summenparameter	TVOC	125			

29.07.2022

Sachbearbeiter(in) Kai Bierans

Analysenbericht

Proben-Nr.: **220C478** Probenbezeichnung: RAL-461-115; B37856
 Prüfberichts-Nr.: 20220900 Sammlertyp: Thermodesorptionsröhrchen
 Probeneingang: 19.07.2022 Probenahmevolumen: 3 L

Das Ergebnis wurde mit den obigen Probenahmeparametern berechnet. Die Probenahme erfolgte durch den Kunden.

BG: die Bestimmungsgrenze (BG) wurde errechnet für aktive Probenahme (3 L) mit TDS

Stoffgruppe	Stoff	Ergebnis	BG	CAS	Bemerkung
		µg/m ³	µg/m ³		
Aliphat	1-Decen	n.n.	10	872-05-9	
Aliphat	1-Octen	n.n.	10	111-66-0	
Aliphat	2-Methylpentan	n.n.	10	107-83-5	
Aliphat	3-Methylpentan	n.n.	10	96-14-0	
Aliphat	Cyclohexan	n.n.	10	110-82-7	
Aliphat	Methylcyclohexan	n.n.	10	108-87-2	
Aliphat	Methylcyclopentan	n.n.	10	96-37-7	
Aliphat	n-Decan	n.n.	10	124-18-5	
Aliphat	n-Dodecan	n.n.	10	112-40-3	
Aliphat	n-Heptan	n.n.	10	142-82-5	
Aliphat	n-Hexan	n.n.	10	110-54-3	
Aliphat	n-Hexadecan	n.n.	10	544-76-3	
Aliphat	n-Nonan	n.n.	10	111-84-2	
Aliphat	n-Tetradecan	n.n.	10	629-59-4	
Aliphat	n-Octan	n.n.	10	111-65-9	
Aliphat	n-Pentadecan	n.n.	10	629-62-9	
Aliphat	n-Tridecan	n.n.	10	629-50-5	
Aliphat	n-Undecan	n.n.	10	1120-21-4	
Aliphat	Triisobutylen	n.n.	10	7756-94-7	
	Summe Aliphaten	n.n.			
Alkohole	1-Butanol	11	10	71-36-3	
Alkohole	2-Ethyl-1-hexanol	n.n.	10	104-76-7	
Alkohole	2-Propanol	14	10	67-63-0	
Alkohole	Benzylalkohol	n.n.	10	100-51-6	
	Summe Alkohole	25			
Aromat	1,2,4-Trimethylbenzol	n.n.	10	95-63-6	
Aromat	1,3,5-Trimethylbenzol	n.n.	10	108-67-8	
Aromat	2-Ethyltoluol	n.n.	10	611-14-3	
Aromat	Benzol	n.n.	2	71-43-2	
Aromat	Ethylbenzol	n.n.	10	100-41-4	
Aromat	Naphthalin	2	2	91-20-3	
Aromat	Phenylcyclohexen	n.n.	5	4994-16-5	
Aromat	Styrol	n.n.	10	100-42-5	
Aromat	Toluol	n.n.	10	108-88-3	
Aromat	m/p-Xylol	n.n.	10	1330-20-7	
Aromat	o-Xylol	n.n.	10	95-47-6	
Aromat	n-Propylbenzol	n.n.	10	103-65-1	

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung der Dräger

Analysentechnik ist eine auszugsweise Vervielfältigung des Analysenberichtes nicht gestattet.

Stoffgruppe	Stoff	Ergebnis µg/m ³	BG µg/m ³	CAS	Bemerkung
	Summe Aromaten	2			
CKW	1,1,1-Trichlorethan	n.n.	5	71-55-6	
CKW	1,4-Dichlorbenzol	n.n.	5	106-46-7	
CKW	Perchlorethylen	n.n.	5	127-18-4	
CKW	Trichlorethylen	n.n.	5	79-01-6	
	Summe CKW	n.n.			
Ester	Ethylacetat	n.n.	10	141-78-6	
Ester	i-Propylacetat	n.n.	10	108-21-4	
Ester	n-Butylacetat	n.n.	10	123-86-4	
Ester	1-Methoxy-2-propylacetat	n.n.	10	108-65-6	
Ester	2-Ethoxyethylacetat	n.n.	10	111-15-9	
Ester	Dimethylphthalat	n.n.	10	131-11-3	
Ester	Texanol	n.n.	10	25265-77-4	
Ester	TXIB	n.n.	10	6846-50-0	
	Summe Ester	n.n.			
Ketone	Acetophenon	n.n.	5	98-86-2	
Ketone	Cyclohexanon	n.n.	10	108-94-1	
Ketone	Methylethylketon	n.n.	10	78-93-3	
Ketone	Methylisobutylketon	n.n.	10	108-10-1	
	Summe Ketone	n.n.			
Terpene	3-Caren	n.n.	10	13466-78-9	
Terpene	Limonen	n.n.	10	5989-27-5	
Terpene	alpha-Pinen	n.n.	10	80-56-8	
Terpene	beta-Pinen	n.n.	10	18172-67-3	
	Summe Terpene	n.n.			
Glycolether	2-Methoxyethanol	n.n.	10	109-86-4	
Glycolether	2-Ethoxyethanol	n.n.	10	110-80-5	
Glycolether	2-Butoxyethanol	n.n.	10	111-76-2	
Glycolether	1-Methoxy-2-Propanol	19	10	107-98-2	
Glycolether	2-(2-Butoxyethoxy)-ethanol	n.n.	10	112-34-5	
Glycolether	2-Phenoxyethanol	n.n.	10	122-99-6	
	Summe Glykolderivate	19			
Aldehyd	n-Butanal	n.n.	10	123-72-8	
Aldehyd	n-Pentanal	n.n.	10	110-62-3	
Aldehyd	n-Hexanal	n.n.	10	66-25-1	
Aldehyd	n-Nonanal	n.n.	10	124-19-6	
Aldehyd	Benzaldehyd	n.n.	10	100-52-7	
	Summe Aldehyde	n.n.			
Sonstige	2-Pentylfuran	n.n.	10	3777-69-3	
Ether	Tetrahydrofuran	n.n.	10	109-99-9	
Aromat	2-Methylnaphthalin	n.n.	2	91-57-6	
Aromat	1-Methylnaphthalin	n.n.	2	90-12-0	
Aromat	Diphenyl	n.n.	2	92-52-4	
Aromat	Dibenzofuran	n.n.	2	132-64-9	
Aromat	Phenanthren/Anthracen	n.n.	2	85-01-8/120-12-7	
Summenparameter	Weitere Stoffe	n.n.			

Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung der Dräger

Analysentechnik ist eine auszugsweise Vervielfältigung des Analysenberichtes nicht gestattet.

Stoffgruppe	Stoff	Ergebnis $\mu\text{g}/\text{m}^3$	BG $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CAS	Bemerkung
Summenparameter	TVOC	46			

Substanzen außerhalb des Retentionszeitbereichs von n-Hexan und n-Hexadecan: $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2-Propanol).

29.07.2022

Sachbearbeiter(in) Kai Bierans

Mit freundlichen Grüßen

Dräger Safety AG & Co. KGaA
Analystechnik

Kai Bierans