

UMWELTMOBIL Holger Gries Gartenstraße 18 34246 Vellmar

Herrn Heiko Maasberg

Ökologischer Holzbau Sellstedt ÖHS

Schiffdorfer Strasse 10 A

**27619 Schiffdorf-Sellstedt**

26.09. 2014

## UNTERSUCHUNGSBERICHT

Bearbeitungsnummer M 14 09 22 01 202\_2

**Projekt:**

██████████

██████████

**Auftraggeber:**

Ökologischer Holzbau Sellstedt ÖHS

27619 Schiffdorf-Sellstedt

**Maßnahmenbegründung:**

Prüfung potentieller Raumlufbelastungen nach dem 1. Wohnjahr.

Hygienische Bewertung der nachgewiesenen Stoffe. Hier:

flüchtige organische Substanzen (VOC) und Aldehyde.

**Beurteilungsgrundlagen:**

- Richtwerte Innenraumkommission Umweltbundesamt (IRK - UBA)

- Beurteilungswerte der Arbeitsgemeinschaft ökol. Forschungs-  
institute (AGÖF)

- weitere fachl. Lit. beim Verfasser

**Begehung/Messtermin:**

08.05.2014

**Durchführung:**

Holger Gries

**Anwesende:**

Eigentümerpaar

## INNENRAUMSCHADSTOFFE + UMWELTHYGIENE

### Analysen – Beratungen – Gutachten

#### 1. Ortsbesichtigung und Probenahmeprotokoll Raumluftmessungen

Vorliegender Wohnzustand mit Bodenbelägen, Inventar und Mobiliar. Die raumluftechnische Anlage befindet sich sachgerecht auf der übliche Betriebsstufe 4 (von 6), Fenster waren entsprechend üblichen Vorgaben ca. 8h im geschlossenen Zustand.

Die Messungen erfolgten in Anlehnung an VDI 4300 zum Messen von Innenraumluftverunreinigungen.

<b>Probenahmeort</b>	Esszimmer EG	Esszimmer EG	Wohnzimmer OG	Wohnzimmer OG
<b>Probenummer 140508...</b>	7979	7980	7981	7982
<b>Pumpe</b>	Celeris 2	SKC Air Check XR 5000	Wille Geotech	Escort Elf
<b>L/min ca.</b>	1,76	0,8	2,68	1,5
<b>PN - Medium</b>	DNPH – Supelco	AK- Rö- Dräger	DNPH-Supelco	AK- Rö- Dräger
<b>Start #</b>	184.818	412	564.277	0
<b>Ende #</b>	184.941	504	564.524	61
<b>Start t</b>	18:00	18:00	18:10	18:10
<b>Ende t</b>	19:10	19:32	19:42	19:11
<b>Vol.</b>	123,0	92,0	247,0	91,5
<b>Dauer in Minuten</b>	70	92	92	61
<b>Luftdruck mbar</b>	1010	1010	1010	1010
<b>T *C</b>	23,0	23,0	23,1	23,1
<b>r.F.%</b>	n.b	n.b.	n.b.	n.b.
<b>Analyse-Ziel</b>	Aldehyde	VOC	Aldehyde	VOC
<b>Vol. SB n. TRGS:</b>	<b>121,4</b>	<b>73,6</b>	<b>243,7</b>	<b>90,3</b>

## 2. Analytik:

2.1 Prüfverfahren zur Untersuchung der Raumlufte auf Aldehyde und Ketone nach VDI 3862 Bl. 3, mittels Supelco DNPH-Kartusche.

2.2 Prüfverfahren zur Untersuchung von Raumlufte auf flüchtige organische Verbindungen (VVOC/VOC) nach VDI 2100 Bl.2 GC-MS, Probenahme auf Aktivkohleröhrchen Dräger Typ G

## 3. Messergebnisse:

Analytik über Labor Friedle GmbH 93105 Tegernheim Prüfbericht I14-051826 v. 06.06.14

### 3.1

Esszimmer Proben EG, Probennummern 7979 und 7980, vollständiger Analysenbericht:

<b>Probe Nr.:</b>	I14-051826-01		
<b>Bezeichnung der Probe:</b>	Probe 7979		
<b>Beschreibung der Probe:</b>	Luftprobe / DNPH-Kartusche		
<b>Probeneingang:</b>	17.05.2014	Prüfzeitraum: 19.05.2014 bis 23.05.2014	
<b>Prüfumfang:</b>	Luftprobenahmedaten		
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>BG</b>
Probenvolumen	l	121,4	
<b>Prüfumfang:</b>	Aldehyde und Ketone		
<b>Untersuchungsverfahren:</b>	VDI 3862 Bl. 3		
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>BG</b>
Formaldehyd bezogen auf:			
Probenvolumen	mg/m <sup>3</sup>	0,019	0,002
Acetaldehyd (Ethanal)	mg/m <sup>3</sup>	0,012	0,002
Acrolein	mg/m <sup>3</sup>	-	0,002
Furfural	mg/m <sup>3</sup>	-	0,002
Propanal (Propionaldehyd)	mg/m <sup>3</sup>	-	0,002
Crotonaldehyd	mg/m <sup>3</sup>	-	0,002
Methylethylketon (MEK)	mg/m <sup>3</sup>	0,002	0,002
Butanal (Butyraldehyd)	mg/m <sup>3</sup>	-	0,002
Benzaldehyd	mg/m <sup>3</sup>	0,006	0,002
Pentanal (Valeraldehyd)	mg/m <sup>3</sup>	0,003	0,002
m-Tolualdehyd	mg/m <sup>3</sup>	-	0,002
Hexanal	mg/m <sup>3</sup>	0,011	0,002
Heptanal	mg/m <sup>3</sup>	-	0,002
Octanal	mg/m <sup>3</sup>	0,002	0,002
Nonanal	mg/m <sup>3</sup>	0,005	0,002
Decanal	mg/m <sup>3</sup>	-	0,002
Undecanal	mg/m <sup>3</sup>	-	0,002

## INNENRAUMSCHADSTOFFE + UMWELTHYGIENE

### Analysen – Beratungen – Gutachten

<b>Probe Nr.:</b>	I14-051826-02		
<b>Bezeichnung der Probe:</b>	Probe 7980		
<b>Beschreibung der Probe:</b>	Luftprobe / Aktivkohleröhrchen (Typ G)		
<b>Probeneingang:</b>	17.05.2014    Prüfzeitraum: 19.05.2014 bis 06.06.2014		
<b>Prüfumfang:</b>	Luftprobenahmedaten		
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>BG</b>
Probenvolumen	l	73,6	
<b>Prüfumfang:</b>	VVOC-Verbindungen		
<b>Untersuchungsverfahren:</b>	VDI 2100 Bl. 2, GC-MS		
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>BG</b>
i- und n-Butan	µg/m³	-	50
i- und n-Pentan	µg/m³	-	50
Ethanol	µg/m³	-	50
Summe VVOC-Verbindungen	µg/m³	-	
<b>Prüfumfang:</b>	Leichtflücht. halogen. Kohlenwasserstoffe (LHKW)		
<b>Untersuchungsverfahren:</b>	VDI 2100 Bl. 2, GC-MS		
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>BG</b>
Trichlorfluormethan (R11)	µg/m³	-	2
Trifluormethan (R23)	µg/m³	-	2
Trichlormethan (Chloroform)	µg/m³	-	1
1,1,1-Trichlorethan	µg/m³	-	1
Tetrachlormethan	µg/m³	-	1
Trichlorethen (TRI)	µg/m³	-	1
Tetrachlorethen (PER)	µg/m³	-	1
cis-1,2-Dichlorethen	µg/m³	-	10
trans-1,2-Dichlorethen	µg/m³	-	10
Bromdichlormethan	µg/m³	-	5
Tribrommethan	µg/m³	-	2
Summe LHKW	µg/m³	-	
<b>Prüfumfang:</b>	Aromatische Kohlenwasserstoffe		
<b>Untersuchungsverfahren:</b>	VDI 2100 Bl. 2, GC-MS		
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>BG</b>
Benzol	µg/m³	-	1
Toluol	µg/m³	6	1
Ethylbenzol	µg/m³	1	1
m/p-Xylol	µg/m³	1	1
o-Xylol	µg/m³	-	1
Isopropylbenzol (Cumol)	µg/m³	-	1
Propylbenzol	µg/m³	-	1
m/p-Ethyltoluol	µg/m³	-	1
o-Ethyltoluol	µg/m³	-	1
1,3,5-Trimethylbenzol (Mesitylen)	µg/m³	-	1
1,2,4-Trimethylbenzol (Pseudocumol)	µg/m³	-	1
1,2,3-Trimethylbenzol (Hemellitol)	µg/m³	-	1
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	µg/m³	-	1
Styrol	µg/m³	-	1
Naphthalin	µg/m³	-	1
Summe aromat. Kohlenwasserstoffe	µg/m³	8	
<b>Prüfumfang:</b>	Alkane und Cycloalkane		
<b>Untersuchungsverfahren:</b>	VDI 2100 Bl. 2, GC-MS		

## INNENRAUMSCHADSTOFFE + UMWELTHYGIENE

### Analysen – Beratungen – Gutachten

Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
n-Hexan u. Isomere	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
n-Heptan u. Isomere	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4	1
n-Okтан u. Isomere	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
n-Nonan u. Isomere	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	1
n-Dekan u. Isomere	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	11	1
n-Undekan u. Isomere	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	53	1
n-Dodekan u. Isomere	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	17	1
n-Tridekan u. Isomere	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	1
n-Tetradekan u. Isomere	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2	1
n-Pentadekan u. Isomere	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	1
n-Hexadekan u. Isomere	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
n-Heptadekan u. Isomere	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Cyclohexan	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Methylcyclopentan	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Methylcyclohexan	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Summe Alkane	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	90	
Prüfumfang:		Terpenoide	
Untersuchungsverfahren:		VDI 2100 Bl. 2, GC-MS	
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
alpha-Pinen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	30	1
beta-Pinen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3	1
Limonen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8	1
alpha-Terpinen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
delta-3-Caren	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	13	1
Longifolen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Eucalyptol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Camphen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Campher	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Linalool	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Menthol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
beta-Citronellol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Summe Terpenoide	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	54	
Prüfumfang:		Ether und Ester	
Untersuchungsverfahren:		VDI 2100 Bl. 3, GC-MS	
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
Diethylether	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
tert.-Butylmethylether (MTBE)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Tetrahydrofuran (THF)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
1,4-Dioxan	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Ethylacetat	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
n-Butylacetat	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	1
iso-Butylacetat	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Vinylacetat	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Methylacrylat	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Methylmethacrylat	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Summe Ether + Ester	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	
Prüfumfang:		Carbonyle	
Untersuchungsverfahren:		VDI 2100 Bl. 2, GC-MS	
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
Acrolein	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Benzaldehyd	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Diacetonalkohol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Cyclohexanon	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5

## INNENRAUMSCHADSTOFFE + UMWELTHYGIENE

### Analysen – Beratungen – Gutachten

Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
2-Hexanon	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
2,5-Hexandion	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Methylethylketon (MEK)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4	1
4-Methyl-2-pentanon (MIBK)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
1-Methyl-2-pyrrolidon (NMP)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Summe Carbonyle	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4	
Prüfumfang: Alkohole			
Untersuchungsverfahren: VDI 2100 Bl. 2, GC-MS			
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
n-Propanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
n-Butanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4	2
iso-Butanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
tert.-Butanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
2-Pentanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
n-Pentanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
n-Hexanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
2-Ethyl-1-hexanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	6	2
Summe Alkohole	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	10	
Prüfumfang: Glykolverbindungen			
Untersuchungsverfahren: VDI 2100 Bl. 2, GC-MS			
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
2-Methoxy-ethanol (EGMM)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	10
2-Ethoxy-ethanol (EGME)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	10
2-Butoxy-ethanol (EGMB)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
2-Phenoxy-ethanol (EGMP)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Ethylenglykol (EG)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	10
2-Methoxy-ethylacetat (EGMMA)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	10
2-Ethoxy-ethylacetat (EGMEA)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	10
2-n-Butoxy-ethylacetat (EGMBA)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	10
Summe Glykolverbindungen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	
Prüfumfang: Siloxane			
Untersuchungsverfahren: VDI 2100 Bl. 2, GC-MS			
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
Hexamethylcyclotrisiloxan (D3)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	15	1
Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Decamethylcyclopentasiloxan (D5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Dodecamethylcyclohexasiloxan (D6)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Summe Siloxane	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	15	
Prüfumfang: Sonstige Verbindungen			
Untersuchungsverfahren: VDI 2100 Bl. 2, GC-MS			
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
Isobuten-trimer (2-Methyl-1-propen-trimer)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Dodecen-Isomerengemisch	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
4-Phenyl-1-cyclohexen (PCH)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Vinyl-1-cyclohexen (VCH)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Summe sonstiger Verbindungen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	
Prüfumfang: Summenbildung / weitere Auffälligkeiten			
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
Summe VOC (ohne VVOC)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	182	
Weitere Auffälligkeiten		keine	

## INNENRAUMSCHADSTOFFE + UMWELTHYGIENE

### Analysen – Beratungen – Gutachten

3.2 Wohnzimmer Proben OG, Probennummern 7981 und 7982, vollständiger Analysenbericht:

<b>Probe Nr.:</b>	<b>I14-051826-03</b>		
Bezeichnung der Probe:	Probe 7981		
Beschreibung der Probe:	Luftprobe / DNPH-Kartusche		
Probeneingang:	17.05.2014	Prüfzeitraum: 19.05.2014 bis 23.05.2014	
Prüfumfang:	Luftprobenahmedaten		
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>BG</b>
Probenvolumen	l	243,7	
Prüfumfang:	Aldehyde und Ketone		
Untersuchungsverfahren:	VDI 3862 Bl. 3		
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>BG</b>
Formaldehyd bezogen auf: Probenvolumen	mg/m <sup>3</sup>	0,018	0,002
Acetaldehyd (Ethanal)	mg/m <sup>3</sup>	0,016	0,002
Acrolein	mg/m <sup>3</sup>	-	0,002
Furfural	mg/m <sup>3</sup>	-	0,002
Propanal (Propionaldehyd)	mg/m <sup>3</sup>	0,003	0,002
Crotonaldehyd	mg/m <sup>3</sup>	-	0,002
Methylethylketon (MEK)	mg/m <sup>3</sup>	0,002	0,002
Butanal (Butyraldehyd)	mg/m <sup>3</sup>	0,002	0,002
Benzaldehyd	mg/m <sup>3</sup>	0,006	0,002
Pentanal (Valeraldehyd)	mg/m <sup>3</sup>	0,004	0,002
m-Tolualdehyd	mg/m <sup>3</sup>	-	0,002
Hexanal	mg/m <sup>3</sup>	0,017	0,002
Heptanal	mg/m <sup>3</sup>	0,002	0,002
Octanal	mg/m <sup>3</sup>	0,002	0,002
Nonanal	mg/m <sup>3</sup>	0,007	0,002
Decanal	mg/m <sup>3</sup>	0,002	0,002
Undecanal	mg/m <sup>3</sup>	-	0,002

<b>Probe Nr.:</b>	<b>I14-051826-04</b>		
Bezeichnung der Probe:	Probe 7982		
Beschreibung der Probe:	Luftprobe / Aktivkohleröhrchen (Typ G)		
Probeneingang:	17.05.2014	Prüfzeitraum: 19.05.2014 bis 06.06.2014	
Prüfumfang:	Luftprobenahmedaten		
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>BG</b>
Probenvolumen	l	90,3	
Prüfumfang:	VVOC-Verbindungen		
Untersuchungsverfahren:	VDI 2100 Bl. 2, GC-MS		
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>BG</b>
i- und n-Butan	µg/m <sup>3</sup>	-	50
i- und n-Pentan	µg/m <sup>3</sup>	-	50
Ethanol	µg/m <sup>3</sup>	56	50
Summe VVOC-Verbindungen	µg/m <sup>3</sup>	56	
Prüfumfang:	Leichtflücht. halogen. Kohlenwasserstoffe (LHKW)		
Untersuchungsverfahren:	VDI 2100 Bl. 2, GC-MS		
<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>BG</b>
Trichlorfluormethan (R11)	µg/m <sup>3</sup>	-	2

## INNENRAUMSCHADSTOFFE + UMWELTHYGIENE

### Analysen – Beratungen – Gutachten

Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
Trifluormethan (R23)	µg/m³	-	2
Trichlormethan (Chloroform)	µg/m³	-	1
1,1,1-Trichlorethan	µg/m³	-	1
Tetrachlormethan	µg/m³	-	1
Trichlorethen (TRI)	µg/m³	-	1
Tetrachlorethen (PER)	µg/m³	-	1
cis-1,2-Dichlorethen	µg/m³	-	10
trans-1,2-Dichlorethen	µg/m³	-	10
Bromdichlormethan	µg/m³	-	5
Tribrommethan	µg/m³	-	2
Summe LHKW	µg/m³	-	
Prüfumfang: Aromatische Kohlenwasserstoffe			
Untersuchungsverfahren: VDI 2100 Bl. 2, GC-MS			
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
Benzol	µg/m³	-	1
Toluol	µg/m³	7	1
Ethylbenzol	µg/m³	1	1
m/p-Xylol	µg/m³	2	1
o-Xylol	µg/m³	-	1
Isopropylbenzol (Cumol)	µg/m³	-	1
Propylbenzol	µg/m³	-	1
m/p-Ethyltoluol	µg/m³	-	1
o-Ethyltoluol	µg/m³	-	1
1,3,5-Trimethylbenzol (Mesitylen)	µg/m³	-	1
1,2,4-Trimethylbenzol (Pseudocumol)	µg/m³	-	1
1,2,3-Trimethylbenzol (Hemellitol)	µg/m³	-	1
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	µg/m³	-	1
Styrol	µg/m³	-	1
Naphthalin	µg/m³	-	1
Summe aromat. Kohlenwasserstoffe	µg/m³	10	
Prüfumfang: Alkane und Cycloalkane			
Untersuchungsverfahren: VDI 2100 Bl. 2, GC-MS			
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
n-Hexan u. Isomere	µg/m³	-	1
n-Heptan u. Isomere	µg/m³	5	1
n-Oktan u. Isomere	µg/m³	-	1
n-Nonan u. Isomere	µg/m³	1	1
n-Dekan u. Isomere	µg/m³	10	1
n-Undekan u. Isomere	µg/m³	46	1
n-Dodekan u. Isomere	µg/m³	19	1
n-Tridekan u. Isomere	µg/m³	2	1
n-Tetradekan u. Isomere	µg/m³	2	1
n-Pentadekan u. Isomere	µg/m³	2	1
n-Hexadekan u. Isomere	µg/m³	2	1
n-Heptadekan u. Isomere	µg/m³	1	1
Cyclohexan	µg/m³	-	1
Methylcyclopentan	µg/m³	-	1
Methylcyclohexan	µg/m³	-	1
Summe Alkane	µg/m³	90	
Prüfumfang: Terpene			
Untersuchungsverfahren: VDI 2100 Bl. 2, GC-MS			
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
alpha-Pinen	µg/m³	28	1



## INNENRAUMSCHADSTOFFE + UMWELTHYGIENE

### Analysen – Beratungen – Gutachten

Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
beta-Pinen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3	1
Limonen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7	1
alpha-Terpinen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
delta-3-Caren	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	11	1
Longifolen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Eucalyptol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Camphen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Campher	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Linalool	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Menthol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2	1
beta-Citronellol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Summe Terpenoide	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	51	
Prüfumfang:		Ether und Ester	
Untersuchungsverfahren:		VDI 2100 Bl. 3, GC-MS	
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
Diethylether	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
tert.-Butylmethylether (MTBE)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Tetrahydrofuran (THF)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
1,4-Dioxan	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Ethylacetat	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	9	2
n-Butylacetat	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	1
iso-Butylacetat	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Vinylacetat	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Methylacrylat	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Methylmethacrylat	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Summe Ether + Ester	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	10	
Prüfumfang:		Carbonyle	
Untersuchungsverfahren:		VDI 2100 Bl. 2, GC-MS	
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
Acrolein	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Benzaldehyd	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Diacetonalkohol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Cyclohexanon	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
2-Hexanon	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
2,5-Hexandion	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Methylethylketon (MEK)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	5	1
4-Methyl-2-pentanon (MIBK)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
1-Methyl-2-pyrrolidon (NMP)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Summe Carbonyle	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	5	
Prüfumfang:		Alkohole	
Untersuchungsverfahren:		VDI 2100 Bl. 2, GC-MS	
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
n-Propanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
n-Butanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	5	2
iso-Butanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
tert.-Butanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
2-Pentanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
n-Pentanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
n-Hexanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
2-Ethyl-1-hexanol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8	2
Summe Alkohole	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	13	
Prüfumfang:		Glykolverbindungen	
Untersuchungsverfahren:		VDI 2100 Bl. 2, GC-MS	

## INNENRAUMSCHADSTOFFE + UMWELTHYGIENE

### Analysen – Beratungen – Gutachten

Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
2-Methoxy-ethanol (EGMM)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	10
2-Ethoxy-ethanol (EGME)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	10
2-Butoxy-ethanol (EGMB)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
2-Phenoxy-ethanol (EGMP)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	5
Ethylenglykol (EG)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	10
2-Methoxy-ethylacetat (EGMMA)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	10
2-Ethoxy-ethylacetat (EGMEA)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	10
2-n-Butoxy-ethylacetat (EGMBA)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	10
Summe Glykolverbindungen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	
Prüfumfang:	Siloxane		
Untersuchungsverfahren:	VDI 2100 Bl. 2, GC-MS		
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
Hexamethylcyclotrisiloxan (D3)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	20	1
Octamethylcyclotetrasiloxan (D4)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Decamethylcyclopentasiloxan (D5)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Dodecamethylcyclohexasiloxan (D6)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	1
Summe Siloxane	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	21	
Prüfumfang:	Sonstige Verbindungen		
Untersuchungsverfahren:	VDI 2100 Bl. 2, GC-MS		
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
Isobuten-trimer (2-Methyl-1-propen-trimer)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Dodecen-Isomerengemisch	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2
4-Phenyl-1-cyclohexen (PCH)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Vinyl-1-cyclohexen (VCH)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1
Summe sonstiger Verbindungen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	
Prüfumfang:	Summenbildung / weitere Auffälligkeiten		
Parameter	Einheit	Ergebnis	BG
Summe VOC (ohne VVOC)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	200	
Weitere Auffälligkeiten		keine	

BG = Berichtsgrenze bzw. Bestimmungsgrenze; - = nicht nachgewiesen

#### 4. Bewertung:

Als Bewertungsgrundlage finden vorrangig die aktuellen Richtwerte der Innenraumkommission RW I (Vorsorgerichtwert) und RW II (Interventionswert) des Umweltbundesamtes (IRK UBA) Stand 05/2013 sowie die in der Regel niedrigeren Werte der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) Stand 2005, Berücksichtigung. Während die Werte RW I und RW II wissenschaftlich – toxikologisch begründet und formuliert sind (siehe unten), stellen die AGÖF- Werte lediglich Beurteilungswerte dar, die statistisch aus zahlreichen Messungen in Wohnräumen abgeleitet wurden.

##### 4.1 Aldehyde

Keine Beanstandung, alle Werte bewegen sich in Bereichen unter oder um die AGÖF-Normalwerte.

Für die Bewertung von Formaldehyd gilt folgendes:

## INNENRAUMSCHADSTOFFE + UMWELTHYGIENE

### Analysen – Beratungen – Gutachten

Die Messwerte für Formaldehyd liegen mit 0,019 und 0,018 mg/m<sup>3</sup> unterhalb des 1977 vom ehemaligen Bundesgesundheitsamt (BGA) angegebenen Bewertungsmaßstabes von 0,1 ppm/m<sup>3</sup> (entsprechend 0,12 mg/ m<sup>3</sup>). Der Wert wurde übernommen durch das Umweltbundesamt (UBA - Bundesgesundheitsblatt 2006 \* 11: 1169) und in der Folge nochmals durch den Ausschuß für Innenraumrichtwerte 2016 bestätigt (Bundesgesundheitsblatt 2016\*59: 1040-1044).

Ebenso wird der von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) angegebene Richtwert von 0,06 mg/m<sup>3</sup> damit deutlich unterschritten.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR Berlin) hat bestätigt, dass Formaldehyd als krebserregend beim Einatmen anzusehen ist. Allerdings bestünde eine Konzentrationsabhängigkeit der Wirkung. Es wird dort in der Einschätzung der bisher gültige Richtwert von 0,1 ppm m<sup>3</sup> entsprechend 0,12 mg/ m<sup>3</sup> bestätigt, der praktisch keine krebsauslösende Wirkung mehr erwarten ließe (Bundesgesundheitsblatt 2016\* 59:1040-1044).

Die gemessenen Werte belegen damit keinerlei gesundheitsrelevante Komponente.

Die übliche Hintergrundbelastung beträgt 0,01 ml/m<sup>3</sup> (ppm) = 0,012 mg/m<sup>3</sup>

#### 4.2 Flüchtige organische Verbindungen VOC

Δ<sup>3</sup>-Caren und α-Pinen lagen als natürliche Holzinhaltstoffe in Bereichen zwischen dem Normalwert (AGÖF) und Auffälligkeitswert. Innenraumhygienisch ergeben sich in Betracht der als sehr gering zu bezeichnenden Summenwerten (s.u.) der VOC damit jedoch keine Beanstandungsgründe.

n-Dodekan (mit Isomeren), im gleichen Beurteilungsmaßstab und Undekan (mit Isomeren), welches hier etwas höher detektiert wurde, stellen Bestandteile von Kraftstoffen dar. Möglicherweise hat hier eine temporärer, externer Eintrag (Dieselreste an Kleidungsstücken z.B.) zu den diesbezüglichen Messergebnissen beigetragen, Primärquellen im Haus sind nicht vorhanden gewesen bzw. als ursächlich zu betrachten.

#### 4.3 Summenwerte (TVOC)

Die Summenwerte um lediglich 200 µg/m<sup>3</sup> sind innenraumhygienisch als hervorragend bzw. hygienisch unbedenklich nach IRK/UBA (< 300µg/m<sup>3</sup>) zu bewerten.

#### Auszug AGB

Grundlage für diese Beurteilung stellen die jeweils zum Zeitpunkt der Begehung vom Durchführenden erlangten naturwissenschaftlich - toxikologischen Kenntnisse über Hygiene und innenraumhygienisch relevante Parameter dar. Dabei finden, wenn immer möglich, Verdachtsmomente Berücksichtigung, da hygienische und innenraumhygienische Belange häufig nicht auf abschließenden Kenntnissen beruhen und eine genaue Gefährdungsabschätzung oft nur retrospektiv möglich wäre und ist. Der Sachverständige handelt dabei nach besten Wissen und Gewissen.

Es kann auf Grund der in der Regel komplexen Struktur der zu Grunde liegenden Problematik keine Erfolgsgarantie bzw. Abschlussgarantie für Folgeschäden der ggf. angeratenen Maßnahmen gegeben werden. Auch das Fehlen günstiger, anzuratender



## INNENRAUMSCHADSTOFFE + UMWELTHYGIENE

### Analysen – Beratungen – Gutachten

Maßnahmen stellt aus diesem Grund keinen Mangel dar. Die übliche Beraterhaftung wird damit im juristisch weitestgehend zulässigem Maße ausgeschlossen. Auf nicht vorhergesehene mögliche Folgen der beschriebenen Sanierungsmaßnahmen wird explizit verwiesen. Es ergeben sich beiderseits keinerlei gegenseitige Schadenersatzansprüche, die in direkten oder indirekten Zusammenhang mit der Durchführung der Beratertätigkeit durch uns oder daraus abgeleiteten Schritten und Maßnahmen bzw. deren Unterlassung entstehen oder entstehen können, es sei denn, sie beruhen auf Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit des Sachverständigen. **Eine Vervielfältigung des Berichtes, insbesondere auch auszugsweise, die Speicherung auf elektronischen Medien bzw. die Verbreitung über diese, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Verfassers gestattet.**

Wir verweisen auf unsere allgemeinen Geschäftsbedingungen.

Holger Gries

#### Die Richtwerte I und II

Innenraumluft-Richtwerte für einzelne Stoffe erarbeitet die „Ad-hoc-Arbeitsgruppe“, die aus Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission (IRK) beim Umweltbundesamt sowie der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG) besteht. Grundlage ist ein 1996 im Bundesgesundheitsblatt veröffentlichtes „Basisschema [PDF / 317 KB](#)“. Es gibt zwei Richtwert-Kategorien: 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. Je nach Wirkungsweise des Stoffes kann der Richtwert II als Kurzzeitwert (RW II K) oder Langzeitwert (RW II L) definiert sein.

Richtwert I (RW I - Vorsorgerichtwert) beschreibt die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft, bei der bei einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Erkenntnisstand auch dann keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, wenn ein Mensch diesem Stoff lebenslang ausgesetzt ist. Eine Überschreitung ist allerdings mit einer über das übliche Maß hinausgehenden, unerwünschten Belastung verbunden. Aus Gründen der Vorsorge sollte auch im Konzentrationsbereich zwischen Richtwert I und II gehandelt werden, sei es durch technische und bauliche Maßnahmen am Gebäude (handeln muss in diesem Fall der Gebäudebetreiber) oder durch verändertes Nutzerverhalten. RW I kann als Zielwert bei der Sanierung dienen.