



Industrie Service

**Mehr Wert.  
Mehr Vertrauen.**

## Bericht über

### **Innenraumlufthuntersuchungen bezüglich Polychlorierten Biphenylen (PCB), Formaldehyd, Holzschutzmittelwirkstoffen (PCP, Lindan) und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC-Screening) in der Grundschule und der KiTa in der Schulstr. 26 in 73266 Bissingen a. d. Teck**

**Auftraggeber:** Gemeinde Bissingen  
Vordere Straße 45  
73266 Bissingen a. d. Teck

**Untersuchungsobjekt:** Grundschule und KiTa  
Schulstr. 26  
73266 Bissingen a. d. Teck

**Auftragsnummer:** -

**Auftragsbestätigung:** 10.06.2020 (e-mail)

**Projekt-Nr.:** 20/3281950

**Zeit der Messung:** 13.08.2020

Datum: 10.09.2020

Unsere Zeichen:  
IS-UT-MAK  
Dokument: 3281950-Gemeinde  
Bissingen-ism-s.doc

Das Dokument besteht aus:  
28 Seiten  
Seite 1

Die auszugsweise Wiedergabe des Dokumentes und die Verwendung zu Werbezwecken bedürfen der schriftlichen Genehmigung der TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände

<b>Aufgabenstellung</b>	Raumlufthmessungen in der Grundschule und der KiTa in der Schulstr. 26 in 73266 Bissingen a. d. Teck bzgl. PCB, Formaldehyd, Holzschutzmittelwirkstoffen (PCP, Lindan) und VOC
-------------------------	--

**Sachbearbeiter**  
**Telefon**



## 1 Zweck der Untersuchungen

Die TÜV SÜD Industrie Service GmbH wurde von der Gemeinde Bissingen mit der Durchführung von Innenraumuntersuchungen in der Grundschule und der KiTa in der Schulstr. 26 in 73266 Bissingen a. d. Teck beauftragt.

Hierbei sollte festgestellt werden, ob die Raumluft mit Polychlorierten Biphenylen (PCB), Formaldehyd, Holzschutzmittelwirkstoffen (Pentachlorphenol und Lindan) oder flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) belastet ist.

Das Gebäude lässt sich baujahrs- bzw. sanierungsbedingt in 3 Bereiche aufteilen: Die KiTa, den Bereich Grundschule „Alt“ und den Bereich Grundschule „Neu“. Der Untersuchungsumfang wurde gemeinsam mit Herr Stüber (anw.architekten GmbH) festgelegt. Hierfür wurde, um eine grundsätzliche Einschätzung der Raumluft zu erhalten, je 1 Raum pro Bereich untersucht:

### Raumluftmessungen:

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| Bereich Grundschule „Alt“: | <ul style="list-style-type: none"><li>- Polychlorierte Biphenyle (6 PCB nach LAGA)</li><li>- Formaldehyd</li><li>- Holzschutzmittelwirkstoffe: Pentachlorphenol (PCP) und Lindan</li><li>- Flüchtige organische Verbindungen (VOC-Screening)</li></ul> |
| Bereich Grundschule „Neu“: | <ul style="list-style-type: none"><li>- Polychlorierte Biphenyle (6 PCB nach LAGA)</li><li>- Formaldehyd</li><li>- Holzschutzmittelwirkstoffe: Pentachlorphenol (PCP) und Lindan</li><li>- Flüchtige organische Verbindungen (VOC-Screening)</li></ul> |
| Bereich KiTa:              | <ul style="list-style-type: none"><li>- Polychlorierte Biphenyle (6 PCB nach LAGA)</li><li>- Formaldehyd</li><li>- Holzschutzmittelwirkstoffe: Pentachlorphenol (PCP) und Lindan</li><li>- Flüchtige organische Verbindungen (VOC-Screening)</li></ul> |

Die Untersuchungen wurden am 13.08.2020 durchgeführt.

## 2 Durchführung der Untersuchungen

### 2.1 Randbedingungen

Die Raumtemperatur, der Luftdruck und die relative Luftfeuchte wurden mit einem Messgerät vom Typ ALMEMO 2590, Hersteller Ahlborn (QM-Nr.: QS-004 09530) ermittelt. Ferner wurden die Raumgröße und -ausstattung festgehalten.

### 2.2 Messung von Polychlorierten Biphenylen (PCB)

Die Probenahme zur Ermittlung der PCB-Konzentrationen erfolgte entsprechend der Richtlinie VDI 2464 Blatt 1 unter Berücksichtigung der Richtlinie VDI 4300 Blatt 2.

Hierfür wurden ca. 8 m<sup>3</sup> Luft durch eine Adsorptionseinheit, bestehend aus einem Glasfaserfilter und zwei vorgereinigten Polyurethanschaum-Filtern ( $\varnothing = 55$  mm), gesaugt. Das abgesaugte Gasvolumen wurde an einer kalibrierten Gasmengenmeseinrichtung abgelesen und auf Normzustand (20°C, 1013 hPa) umgerechnet. Die analytische PCB-Bestimmung erfolgte nach Extraktion der Probe mit Toluol in Anlehnung an VDI 2464, Blatt 1. Hierbei werden die folgenden sechs repräsentativen PCB-Kongeneren mittels Referenzsubstanzen mittels Gaschromatographie mit massenselektivem Detektor (GC/MS) bestimmt; in Klammern ist der Nummerncode nach Ballschmitter und Zell angegeben:

(PCB 28) 2,4,4'-Trichlorbiphenyl

(PCB 52) 2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl

(PCB 101) 2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl

(PCB 138) 2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl

(PCB 153) 2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl

(PCB 180) 2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl

Die genannten PCB-Kongeneren gelten als Indikatoren für die Verteilung der in der Umwelt vorkommenden Kongeneren. Die Gesamt-PCB-Konzentration errechnet sich nach LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) näherungsweise aus der Summe der Einzelkonzentrationen der sechs Indikator-Kongeneren multipliziert mit dem Faktor 5. Die Bestimmungsgrenze beträgt bei diesem Verfahren ca. 0,020 µg/m<sup>3</sup> für Gesamt-PCB bei einem Probenvolumen von 8 m<sup>3</sup>.

### **2.3 Messung von Formaldehyd**

Die Untersuchung der Formaldehydkonzentration erfolgte nach der internen Arbeitsanweisung U-IS-04 in Anlehnung an die VDI Richtlinien 3862 Blatt 3 und DIN EN ISO 16000-2.

Zur Probenahme wurde mittels Personal Air Samplern vom Typ GilAir Plus Luft über ein mit DNPH vorbehandeltes Silikagel (Kartusche, Hersteller Waters) gesaugt. Das abgesaugte Volumen wurde auf Normzustand (20°C, 1013 hPa) umgerechnet.

Der Gehalt des aus dem Formaldehyd mit DNPH gebildeten Derivates wurde nach Desorption vom Silicagel mittels HPLC bestimmt und als Formaldehyd berechnet.

Die Bestimmungsgrenze beträgt 0,001 ppm bei einem Probevolumen von 100 l.

### **2.4 Messung der Holzschutzmittelwirkstoffe Pentachlorphenol (PCP) und Lindan**

Die Probenahme zur Ermittlung der PCP- und Lindan Konzentration erfolgte nach internen Arbeitsanweisungen und in Anlehnung an die Richtlinien VDI 4301 Blatt 2 unter Berücksichtigung der Richtlinie VDI 4300 Blatt 4. Hierfür wurden ca. 8 m<sup>3</sup> Luft durch eine Adsorptionseinheit, bestehend aus einem Glasfaserfilter und zwei vorgereinigten Polyurethanschaum-Filtern ( $\varnothing = 55$  mm), gesaugt. Das abgesaugte Gasvolumen wurde an einer kalibrierten

Gasmengenmesseinrichtung abgelesen und auf Normzustand (20°C, 1013 hPa) umgerechnet.

Die analytische Bestimmung von PCP und Lindan aus dem Extrakt erfolgte mittels Gaschromatographie mit Massenspektrometrie (GC/MS) nach Extraktion mit Toluol.

Die Bestimmungsgrenze beträgt jeweils 0,001 µg/m<sup>3</sup> bei einem Probevolumen von 8 m<sup>3</sup>.

### **2.5 Messung flüchtiger organischer Verbindungen**

Die Messung der Konzentrationen an flüchtigen organischen Verbindungen erfolgte nach der internen Arbeitsanweisung U-IS 05 in Anlehnung an die VDI-Richtlinien 2100 Blatt 2 und DIN EN ISO 16000-5. Hierfür wurde mittels einer Pumpe Luft durch eine Adsorptionseinheit, bestehend aus einem mit Aktivkohle befüllten Röhrchen (Typ Niosh) geleitet (Volumenstrom ca. 0,8 l/min, Probenahmedauer: 2 h) gesaugt. Das abgesaugte Gasvolumen wurde an einer kalibrierten Gasmengenmesseinrichtung abgelesen und auf Normzustand (20°C, 1013 hPa) umgerechnet.. Der Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen wurde nach Desorption von der Aktivkohle gaschromatographisch bestimmt. Die Identifikation der Einzelkomponenten erfolgte massenspektroskopisch.

Die Bestimmungsgrenzen für die Einzelkomponenten sind je nach Art des zu bestimmenden Stoffes unterschiedlich. Sie sind für das vorliegende Probevolumen bei den Ergebnissen mit angegeben.

### 3 Ergebnisse der Untersuchungen

#### 3.1 Angaben zum Untersuchungsobjekt

##### 3.1.1 Bereich Grundschule „Alt“: Raum U2 Druckerei. Tonraum

Lage	UG
Raumgröße	ca. 33 m <sup>2</sup> ; ca. 82 m <sup>3</sup>
Decke	Schallschutzdecke
Wände	Beton, gestrichen 1 Außenwand, 3 Innenwände
Boden	Fliesen
Fenster	Kunststoffrahmen, 2-fach Isolierglas
Einrichtung	Schränke, Ofen, Werktische, Stühle, Werkutensilien, Waschbecken, Tafel
Heizung	Wandheizkörper unter den Fenstern
Besonderheiten	-



*Bild 1: Messstelle Bereich Grundschule „Alt“: Raum U2 Druckerei. Tonraum*

### 3.1.2 Bereich Grundschule „Neu“: Raum 16, Musiksaal Vorbereitungsraum

Lage	EG
Raumgröße	ca. 32 m <sup>2</sup> ; ca. 96 m <sup>3</sup>
Decke	Holzvertäfelung
Wände	Holzvertäfelung, 2 Außenwände, 2 Innenwände
Boden	Parkett
Fenster	Aluminiumrahmen, 2-fach Isolierglas, an den 2 Außenwänden
Einrichtung	Musikinstrumente, Schränke, Regale, Bücher, Waschbecken, Overhead-Projektor, Tisch, Fernseher
Heizung	Wandheizkörper an den Fenstern
Besonderheiten	-



Bild 2: Messstelle Bereich Grundschule „Neu“: Raum 16, Musiksaal Vorbereitungsraum

### 3.1.3 Bereich KiTa: Gruppenraum Kindergarten U3

Lage	EG
Raumgröße	ca. 45 m <sup>2</sup> ; ca. 134 m <sup>3</sup>
Decke	abgehängt
Wände	tapeziert, gestrichen 1 Außenwand, 3 Innenwände
Boden	Kunststoff
Fenster	Kunststoffrahmen, 2-fach Isolierglas
Einrichtung	Holzmöbel, Tische, Stühle, Schränke, Waschbecken, Regal, Bücher, Dekoration, Spiele, Teppich
Heizung	Wandheizkörper unter den Fenstern
Besonderheiten	-



*Bild 3: Messstelle Bereich KiTa: Gruppenraum Kindergarten U3*

### 3.2 Ergebnisse der Messungen

Messdatum: 13.08.2020

Gesamtmesszeit: 3 Stunden

#### 3.2.1 Randbedingungen der Messungen

		Grundschule „Alt“	Grundschule „Neu“	KiTa
Messzeit		09:45 – 12:45 Uhr	09:54 – 12:54 Uhr	10:14 – 12:14 Uhr
Luftdruck	hPa	965	965	966
Temperatur	°C	25,4	28,5	27,6
Relative Luftfeuchte	% r. h.	57	49	54
Lüftung	am Vortag gelüftet, über Nacht geschlossen, Worst-Case-Messungen			1 h vor Messbeginn gelüftet, Messung unter Nutzungsbedingungen
Temperatur (außen)	°C	29		
Relative Luftfeuchte (außen)	% r. h.	49		
Witterung	zuerst sonnig, dann bewölkt und Regen, Wind mittel			

#### 3.2.2 Polychlorierte Biphenyle (6 PCB nach LAGA)

Probe Nr.:	3281950-H1 Grundschule „Alt“	3281950-H2 Grundschule „Neu“	3281950-H3 KiTa
Komponente / Dimension	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
PCB 28	< 0,001	0,002	< 0,001
PCB 52	< 0,001	0,002	< 0,001
PCB 101	0,002	0,001	< 0,001
PCB 138	< 0,001	0,001	< 0,001
PCB 153	< 0,001	< 0,001	< 0,001
PCB 180	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Summe PCB*	< 0,004	0,006	< 0,004
Gesamt-PCB nach LAGA	< 0,020	0,030	< 0,020

\*) Summenbildung mit halber Nachweisgrenze



### 3.2.3 Formaldehyd

Probe Nr.:	3281950-F1 Grundschule „Alt“	3281950-F2 Grundschule „Neu“	3281950-F3 KiTa
Komponente / Dimension	[ppm]	[ppm]	[ppm]
<b>Formaldehyd</b>	0,108	0,115	0,027

Nachweisgrenze: 0,001 ppm. 1 ppm Formaldehyd entspricht 1,25 mg/m<sup>3</sup> (20 °C, 1013 hPa)

### 3.2.4 Holzschutzmittelwirkstoffe Pentachlorphenol (PCP) und Lindan

Probe Nr.:	3281950-H1 Grundschule „Alt“	3281950-H2 Grundschule „Neu“	3281950-H3 KiTa
Komponente / Dimension	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
<b>Pentachlorphenol (PCP)</b>	< 0,001	< 0,001	< 0,001
<b>Lindan</b>	0,001	0,001	0,003

Nachweisgrenze: 0,001 µg/m<sup>3</sup> (20 °C, 1013 hPa)

### 3.2.5 Flüchtige organische Verbindungen - Grundschule "Alt"

Probe-Nr.: V1 QM-Nr.: 004-02364	Konzentra- tion mg/m <sup>3</sup>	Bestim- mungs- grenze mg/m <sup>3</sup>	Vergleichswerte aus 431 Messungen 2008 bis 2014			RW I / RW II oder AGW mg/m <sup>3</sup>
			n Werte	Medianwert µg/m <sup>3</sup>	95Perzentil µg/m <sup>3</sup>	
<b>Aromatische Kohlenwasserstoffe</b>						
Benzol	0,001	0,001	272	1,8	6,1	0,2 <sup>1</sup>
Toluol	0,004	0,001	417	7,0	47,8	<b>0,3 / 3</b>
Ethylbenzol	0,001	0,001	348	2,5	29,4	<b>0,2 / 2</b>
m/p-Xylol	0,002	0,001	401	5,1	95,8	<b>0,1 / 0,8</b>
o-Xylol	0,001	0,001	306	2,5	34,4	
Styrol	n.n.	0,001	249	3,0	30,0	<b>0,03 / 0,3</b>
Cumol	n.n.	0,001	51	1,5	25,1	100
n-Propylbenzol	n.n.	0,001	87	2,0	88,3	<sup>2</sup>
1,2,4-Trimethylbenzol	n.n.	0,001	316	2,3	37,3	100
1,3,5-Trimethylbenzol	n.n.	0,001	108	2,6	62,4	<sup>2</sup>
2-Ethyltoluol	n.n.	0,001	93	2,4	110,1	<sup>2</sup>
restl.C9-Alkylaromaten	n.n.	0,002	133	5,7	99,8	<sup>2</sup>
C10-Alkylaromaten	n.n.	0,002	176	5,0	31,9	<sup>2</sup>
Naphthalin	n.n.	0,001	95	1,3	8,5	<b>0,01 / 0,03</b>
4-Phenylcyclohexen	n.n.	0,001	1	4,7	---	<sup>2</sup>
Summe Alkylbenzole C <sub>9</sub> - C <sub>15</sub>	n.n.					<b>0,1 / 1</b>
Summe Aromaten	0,009					
<b>Aliphatische Kohlenwasserstoffe</b>						
Pentan	n.n.	0,004	162	51,8	2357,9	3000
n-Hexan	n.n.	0,004	10	11,7	121,5	180 <sup>4</sup>
n-Heptan	n.n.	0,002	228	4,3	38,6	2100
n-Octan	n.n.	0,002	122	3,0	48,7	2400
n-Nonan	n.n.	0,002	119	3,0	23,2	<sup>5</sup>
n-Decan	n.n.	0,002	215	3,9	26,4	<sup>5</sup>
n-Undecan	n.n.	0,002	240	4,0	22,0	<sup>5</sup>
n-Dodecan	n.n.	0,002	206	3,6	14,4	<sup>5</sup>
n-Tridecan	n.n.	0,002	140	2,7	13,1	<sup>5</sup>

Probe-Nr.: V1 QM-Nr.: 004-02364	Konzentra- tion	Bestim- mungs- grenze	Vergleichswerte aus 431 Messungen 2008 bis 2014			RW I / RW II oder AGW
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	n Werte	Medianwert µg/m <sup>3</sup>	95Perzentil µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
n-Tetradecan	n.n.	0,002	147	3,0	14,3	<sup>5</sup>
n-Pentadecan	n.n.	0,002	114	2,4	9,0	<sup>5</sup>
n-Hexadecan	n.n.	0,002	88	2,1	5,1	<sup>5</sup>
Octen	n.n.	0,002	0	---	---	-
Decen	n.n.	0,002	1	0,9	---	-
Triisobuten	n.n.	0,002	0	---	---	-
Summe Alkane C9-C16	0,022		-	---	---	-
<i>Summe aromatenarme Kohlenwasserstoffe C<sub>9</sub> - C<sub>14</sub></i>	≤ 0,022					<b>0,2 / 2</b>
<i>Summe Aliphaten</i>	≤ 0,022					
<b>Cycloaliphaten</b>						
Methylcyclopentan	n.n.	0,002	57	3,9	20,5	1800
Cyclohexan	n.n.	0,002	157	4,7	67,7	700
Methylcyclohexan	n.n.	0,002	109	4,6	49,5	810
<i>Summe Cycloaliphaten</i>	0,000					
<b>Terpene</b>						
alpha-Pinen	n.n.	0,001	342	7,1	147,8	<b>0,2 / 2</b>
beta-Pinen	n.n.	0,001	224	3,3	39,9	120 (B) <sup>6</sup>
3-Caren	n.n.	0,001	227	4,3	74,6	120 (B) <sup>6</sup>
Limonen	0,001	0,001	384	5,8	53,2	<b>1 / 10</b>
<i>Summe Terpene</i>	0,001					
<b>Alkohole</b>						
Ethanol	0,038	0,004	409	83,6	793,5	960
2-Propanol	0,020	0,004	387	23,0	759,4	500
1-Butanol	0,016	0,002	352	11,9	59,0	<b>0,7 / 2</b>
2-Ethyl-1-hexanol	0,003	0,002	266	7,7	44,9	54
Benzylalkohol	n.n.	0,002	74	12,3	87,4	<b>0,4 / 4</b>
<i>Summe Alkohole</i>	0,078					
<b>Glycolderivate</b>						
2-Methoxyethanol	n.n.	0,004	2	7,1	---	<b>0,02 / 0,2</b>
2-Ethoxyethanol	n.n.	0,004	1	6,2	---	<b>0,1 / 1</b>
2-Butoxyethanol	0,007	0,002	205	7,3	84,6	<b>0,1 / 1</b>
1-Methoxy-2-propanol	0,002	0,002	240	6,9	35,5	<b>1 / 10</b>
2-Butoxyethoxyethanol	0,006	0,004	113	13,0	91,7	<b>0,4 / 1</b>
2-Phenoxyethanol	n.n.	0,004	68	12,1	49,2	0,03 / 0,1
<i>Summe Glycolderivate</i>	0,016					
<b>Aldehyde</b>						
n-Butanal	n.n.	0,004	14	12,2	35,1	64
n-Pentanal	n.n.	0,002	143	4,8	30,0	-
n-Hexanal	0,002	0,002	247	7,9	45,8	40 (PL)
n-Heptanal	n.n.	0,002	60	4,8	14,8	-
n-Octanal	n.n.	0,002	92	5,0	18,8	-
n-Nonanal	n.n.	0,002	192	4,0	18,8	-
n-Decanal	n.n.	0,002	77	4,8	9,6	-
Benzaldehyd	n.n.	0,002	111	11,8	25,4	<b>0,02 / 0,2</b>
<i>Summe gesättigte, azyklische aliphatische Aldehyde C<sub>4</sub>-C<sub>11</sub></i>	0,002					<b>0,1 / 2</b>
<i>Summe Aldehyde</i>	0,002					
<b>Ketone</b>						

Probe-Nr.: V1 QM-Nr.: 004-02364	Konzentra- tion	Bestim- mungs- grenze	Vergleichswerte aus 431 Messungen 2008 bis 2014			RW I / RW II oder AGW
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	n Werte	Medianwert µg/m <sup>3</sup>	95Perzentil µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
Aceton	0,023	0,004	383	38,4	285,2	1200
Methylethylketon	0,007	0,004	204	11,1	111,1	600
Methylisobutylketon	n.n.	0,001	101	3,5	28,6	<b>0,1 / 1</b>
Cyclohexanon	n.n.	0,002	72	5,0	41,9	80
Acetophenon	n.n.	0,002	24	6,0	32,5	49 (DK)
<i>Summe Ketone</i>	0,029					
<b>Halogenierte Kohlenwasserstoffe</b>						
Trichlorethen	n.n.	0,001	14	3,9	98,6	<b>0,02<sup>9</sup></b>
Tetrachlorethen	n.n.	0,001	54 *	2,3	45,0	<b>0,1 / 1</b>
1.1.1-Trichlorethan	n.n.	0,001	6	3,5	---	1100
1.4-Dichlorbenzol	n.n.	0,001	3	32,0	---	6 <sup>3</sup>
<i>Summe Halogenierte KW</i>	0,000					
<b>Ester</b>						
Ethylacetat	n.n.	0,002	101	10,1	119,0	<b>0,6 / 6</b>
Butylacetat	n.n.	0,001	303	4,2	77,0	300
Isopropylacetat	n.n.	0,002	12	3,9	14,0	420 (DFG)
Methoxypropylacetat	n.n.	0,002	113	5,0	95,7	28/270 <sup>7,10</sup>
2-Ethoxyethylacetat	n.n.	0,002	0	---	---	<b>0,2 / 2</b>
Dimethylphthalat	n.n.	0,002	8	4,9	---	3 (DK,S)
Texanol	n.n.	0,002	2	371,4	---	-
TXIB	n.n.	0,002	26	3,1	131,3	-
<i>Summe Ester</i>	0,000					
<b>Sonstige</b>						
2-Pentylfuran	n.n.	0,001	35	3,1	7,3	150
THF	n.n.	0,004	12	9,0	369,6	151
Furfural	0,006		-	---	---	<b>0,01 / 0,1</b>
Methyldiglycol	0,008		-	---	---	50
<i>Summe Siloxane D4-D6</i>	0,000					
<i>Summe Sonstige</i>	0,014					
<b>Summe VOC</b>	<b>0,170</b>					
<b>TVOC nach Seifert</b>	<b>0,073</b>					

Abkürzungen und Fußnoten: Siehe Anhang

\*: Die Auswertung wurde um zwei Extremwerte bereinigt.

### 3.2.6 Flüchtige organische Verbindungen - Grundschule "Neu"

Probe-Nr.: V2 QM-Nr.: 004-02363	Konzentra- tion	Bestim- mungs- grenze	Vergleichswerte aus 431 Messungen 2008 bis 2014			RW I / RW II oder AGW
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	n Werte	Medianwert µg/m <sup>3</sup>	95Perzentil µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
<b>Aromatische Kohlenwasserstoffe</b>						
Benzol	0,001	0,001	272	1,8	6,1	0,2 <sup>1</sup>
Toluol	0,003	0,001	417	7,0	47,8	<b>0,3 / 3</b>
Ethylbenzol	0,001	0,001	348	2,5	29,4	<b>0,2 / 2</b>
m/p-Xylol	0,002	0,001	401	5,1	95,8	<b>0,1 / 0,8</b>
o-Xylol	0,001	0,001	306	2,5	34,4	
Styrol	n.n.	0,001	249	3,0	30,0	<b>0,03 / 0,3</b>

Probe-Nr.: V2 QM-Nr.: 004-02363	Konzentra- tion	Bestim- mungs- grenze	Vergleichswerte aus 431 Messungen 2008 bis 2014			RW I / RW II oder AGW
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	n Werte	Medianwert µg/m <sup>3</sup>	95Perzentil µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
Cumol	n.n.	0,001	51	1,5	25,1	100
n-Propylbenzol	n.n.	0,001	87	2,0	88,3	2
1,2,4-Trimethylbenzol	n.n.	0,001	316	2,3	37,3	100
1,3,5-Trimethylbenzol	n.n.	0,001	108	2,6	62,4	2
2-Ethyltoluol	n.n.	0,001	93	2,4	110,1	2
restl. C9-Alkylaromaten	n.n.	0,002	133	5,7	99,8	2
C10-Alkylaromaten	n.n.	0,002	176	5,0	31,9	2
Naphthalin	n.n.	0,001	95	1,3	8,5	<b>0,01 / 0,03</b>
4-Phenylcyclohexen	n.n.	0,001	1	4,7	---	2
<i>Summe Alkylbenzole C<sub>9</sub> - C<sub>15</sub></i>	<i>n.n.</i>					<b>0,1 / 1</b>
<i>Summe Aromaten</i>	<i>0,008</i>					
<b>Aliphatische Kohlenwasserstoffe</b>						
Pentan	n.n.	0,004	162	51,8	2357,9	3000
n-Hexan	n.n.	0,004	10	11,7	121,5	180 <sup>4</sup>
n-Heptan	n.n.	0,002	228	4,3	38,6	2100
n-Octan	n.n.	0,002	122	3,0	48,7	2400
n-Nonan	n.n.	0,002	119	3,0	23,2	5
n-Decan	n.n.	0,002	215	3,9	26,4	5
n-Undecan	n.n.	0,002	240	4,0	22,0	5
n-Dodecan	n.n.	0,002	206	3,6	14,4	5
n-Tridecan	n.n.	0,002	140	2,7	13,1	5
n-Tetradecan	n.n.	0,002	147	3,0	14,3	5
n-Pentadecan	n.n.	0,002	114	2,4	9,0	5
n-Hexadecan	n.n.	0,002	88	2,1	5,1	5
Octen	n.n.	0,002	0	---	---	-
Decen	n.n.	0,002	1	0,9	---	-
Triisobuten	n.n.	0,002	0	---	---	-
Summe Alkane C9-C16	<i>0,027</i>		-	---	---	-
<i>Summe aromatenarme Kohlenwasserstoffe C<sub>9</sub> - C<sub>14</sub></i>	<i>≤ 0,027</i>					<b>0,2 / 2</b>
<i>Summe Aliphaten</i>	<i>≤ 0,027</i>					
<b>Cycloaliphaten</b>						
Methylcyclopentan	n.n.	0,002	57	3,9	20,5	1800
Cyclohexan	n.n.	0,002	157	4,7	67,7	700
Methylcyclohexan	n.n.	0,002	109	4,6	49,5	810
<i>Summe Cycloaliphaten</i>	<i>0,000</i>					
<b>Terpene</b>						
alpha-Pinen	n.n.	0,001	342	7,1	147,8	<b>0,2 / 2</b>
beta-Pinen	n.n.	0,001	224	3,3	39,9	120 (B) <sup>6</sup>
3-Caren	n.n.	0,001	227	4,3	74,6	120 (B) <sup>6</sup>
Limonen	0,001	0,001	384	5,8	53,2	<b>1 / 10</b>
<i>Summe Terpene</i>	<i>0,001</i>					
<b>Alkohole</b>						
Ethanol	0,014	0,004	409	83,6	793,5	960
2-Propanol	0,013	0,004	387	23,0	759,4	500
1-Butanol	0,012	0,002	352	11,9	59,0	<b>0,7 / 2</b>
2-Ethyl-1-hexanol	0,022	0,002	266	7,7	44,9	54
Benzylalkohol	n.n.	0,002	74	12,3	87,4	<b>0,4 / 4</b>
<i>Summe Alkohole</i>	<i>0,061</i>					



Probe-Nr.: V2 QM-Nr.: 004-02363	Konzentra- tion	Bestim- mungs- grenze	Vergleichswerte aus 431 Messungen 2008 bis 2014			RW I / RW II oder AGW
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	n Werte	Medianwert µg/m <sup>3</sup>	95Perzentil µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
<b>Glycolderivate</b>						
2-Methoxyethanol	n.n.	0,004	2	7,1	---	<b>0,02 / 0,2</b>
2-Ethoxyethanol	n.n.	0,004	1	6,2	---	<b>0,1 / 1</b>
2-Butoxyethanol	0,015	0,002	205	7,3	84,6	<b>0,1 / 1</b>
1-Methoxy-2-propanol	0,005	0,002	240	6,9	35,5	<b>1 / 10</b>
2-Butoxyethoxyethanol	n.n.	0,004	113	13,0	91,7	<b>0,4 / 1</b>
2-Phenoxyethanol	n.n.	0,004	68	12,1	49,2	0,03 / 0,1
<i>Summe Glycolderivate</i>	<i>0,020</i>					
<b>Aldehyde</b>						
n-Butanal	n.n.	0,004	14	12,2	35,1	64
n-Pentanal	n.n.	0,002	143	4,8	30,0	-
n-Hexanal	0,004	0,002	247	7,9	45,8	<b>40 (PL)</b>
n-Heptanal	n.n.	0,002	60	4,8	14,8	-
n-Octanal	0,002	0,002	92	5,0	18,8	-
n-Nonanal	0,005	0,002	192	4,0	18,8	-
n-Decanal	n.n.	0,002	77	4,8	9,6	-
Benzaldehyd	n.n.	0,002	111	11,8	25,4	<b>0,02 / 0,2</b>
<i>Summe gesättigte, azyklische aliphatische Aldehyde C<sub>4</sub>-C<sub>11</sub></i>	<i>0,012</i>					<b>0,1 / 2</b>
<i>Summe Aldehyde</i>	<i>0,012</i>					
<b>Ketone</b>						
Aceton	0,026	0,004	383	38,4	285,2	1200
Methylethylketon	n.n.	0,004	204	11,1	111,1	600
Methylisobutylketon	n.n.	0,001	101	3,5	28,6	<b>0,1 / 1</b>
Cyclohexanon	n.n.	0,002	72	5,0	41,9	80
Acetophenon	n.n.	0,002	24	6,0	32,5	<b>49 (DK)</b>
<i>Summe Ketone</i>	<i>0,026</i>					
<b>Halogenierte Kohlenwasserstoffe</b>						
Trichlorethen	n.n.	0,001	14	3,9	98,6	<b>0,02<sup>9</sup></b>
Tetrachlorethen	n.n.	0,001	54 *	2,3	45,0	<b>0,1 / 1</b>
1.1.1-Trichlorethan	n.n.	0,001	6	3,5	---	1100
1.4-Dichlorbenzol	n.n.	0,001	3	32,0	---	6 <sup>3</sup>
<i>Summe Halogenierte KW</i>	<i>0,000</i>					
<b>Ester</b>						
Ethylacetat	n.n.	0,002	101	10,1	119,0	<b>0,6 / 6</b>
Butylacetat	n.n.	0,001	303	4,2	77,0	300
Isopropylacetat	n.n.	0,002	12	3,9	14,0	<b>420 (DFG)</b>
Methoxypropylacetat	n.n.	0,002	113	5,0	95,7	28/270 <sup>7,10</sup>
2-Ethoxyethylacetat	n.n.	0,002	0	---	---	<b>0,2 / 2</b>
Dimethylphthalat	n.n.	0,002	8	4,9	---	<b>3 (DK,S)</b>
Texanol	n.n.	0,002	2	371,4	---	-
TXIB	n.n.	0,002	26	3,1	131,3	-
<i>Summe Ester</i>	<i>0,000</i>					
<b>Sonstige</b>						
2-Pentylfuran	n.n.	0,001	35	3,1	7,3	150
THF	n.n.	0,004	12	9,0	369,6	151
Furfural	0,011		-	---	---	<b>0,01 / 0,1</b>
Methyldiglycol	0,008		-	---	---	50
Methyldipropylenglycol	0,041		-	---	---	-

Probe-Nr.: V2 QM-Nr.: 004-02363	Konzentra- tion	Bestim- mungs- grenze	Vergleichswerte aus 431 Messungen 2008 bis 2014			RW I / RW II oder AGW
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	n Werte	Medianwert	95Perzentil	
				µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
<i>Summe Siloxane D4-D6</i>	0,000					<b>(0,4 / 4)</b>
<i>Summe Sonstige</i>	0,060					
<b>Summe VOC</b>	<b>0,214</b>					
<b>TVOC nach Seifert</b>	<b>0,085</b>					

Abkürzungen und Fußnoten: Siehe Anhang

\*: Die Auswertung wurde um zwei Extremwerte bereinigt.

### 3.2.7 Flüchtige organische Verbindungen - KiTa

Probe-Nr.: V3 QM-Nr.: 004-11672	Konzentra- tion	Bestim- mungs- grenze	Vergleichswerte aus 431 Messungen 2008 bis 2014			RW I / RW II oder AGW
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	n Werte	Medianwert	95Perzentil	
				µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
<b>Aromatische Kohlenwasserstoffe</b>						
Benzol	0,001	0,001	272	1,8	6,1	0,2 <sup>1</sup>
Toluol	0,003	0,001	417	7,0	47,8	<b>0,3 / 3</b>
Ethylbenzol	0,002	0,001	348	2,5	29,4	<b>0,2 / 2</b>
m/p-Xylol	0,005	0,001	401	5,1	95,8	<b>0,1 / 0,8</b>
o-Xylol	0,002	0,001	306	2,5	34,4	
Styrol	n.n.	0,001	249	3,0	30,0	<b>0,03 / 0,3</b>
Cumol	n.n.	0,001	51	1,5	25,1	100
n-Propylbenzol	n.n.	0,001	87	2,0	88,3	<sup>2</sup>
1,2,4-Trimethylbenzol	0,002	0,001	316	2,3	37,3	100
1,3,5-Trimethylbenzol	n.n.	0,001	108	2,6	62,4	<sup>2</sup>
2-Ethyltoluol	n.n.	0,001	93	2,4	110,1	<sup>2</sup>
restl.C9-Alkylaromaten	n.n.	0,002	133	5,7	99,8	<sup>2</sup>
C10-Alkylaromaten	n.n.	0,002	176	5,0	31,9	<sup>2</sup>
Naphthalin	n.n.	0,001	95	1,3	8,5	<b>0,01 / 0,03</b>
4-Phenylcyclohexen	n.n.	0,001	1	4,7	---	<sup>2</sup>
<i>Summe Alkylbenzole C<sub>9</sub> - C<sub>15</sub></i>	<i>0,002</i>					<b>0,1 / 1</b>
<i>Summe Aromaten</i>	<i>0,015</i>					
<b>Aliphatische Kohlenwasserstoffe</b>						
Pentan	n.n.	0,004	162	51,8	2357,9	3000
n-Hexan	n.n.	0,004	10	11,7	121,5	180 <sup>4</sup>
n-Heptan	n.n.	0,002	228	4,3	38,6	2100
n-Octan	n.n.	0,002	122	3,0	48,7	2400
n-Nonan	n.n.	0,002	119	3,0	23,2	<sup>5</sup>
n-Decan	n.n.	0,002	215	3,9	26,4	<sup>5</sup>
n-Undecan	n.n.	0,002	240	4,0	22,0	<sup>5</sup>
n-Dodecan	n.n.	0,002	206	3,6	14,4	<sup>5</sup>
n-Tridecan	n.n.	0,002	140	2,7	13,1	<sup>5</sup>
n-Tetradecan	n.n.	0,002	147	3,0	14,3	<sup>5</sup>
n-Pentadecan	n.n.	0,002	114	2,4	9,0	<sup>5</sup>
n-Hexadecan	n.n.	0,002	88	2,1	5,1	<sup>5</sup>
Octen	n.n.	0,002	0	---	---	-
Decen	n.n.	0,002	1	0,9	---	-
Triisobuten	n.n.	0,002	0	---	---	-

Probe-Nr.: V3 QM-Nr.: 004-11672	Konzentra- tion	Bestim- mungs- grenze	Vergleichswerte aus 431 Messungen 2008 bis 2014			RW I / RW II oder AGW
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	n Werte	Medianwert µg/m <sup>3</sup>	95Perzentil µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
Summe Alkane C9-C16	0,023		-	---	---	-
<i>Summe aromatenarme Kohlenwasserstoffe C<sub>9</sub> - C<sub>14</sub></i>	≤ 0,023					<b>0,2 / 2</b>
<i>Summe Aliphaten</i>	≤ 0,023					
<b>Cycloaliphaten</b>						
Methylcyclopentan	n.n.	0,002	57	3,9	20,5	1800
Cyclohexan	n.n.	0,002	157	4,7	67,7	700
Methylcyclohexan	n.n.	0,002	109	4,6	49,5	810
<i>Summe Cycloaliphaten</i>	0,000					
<b>Terpene</b>						
alpha-Pinen	0,008	0,001	342	7,1	147,8	<b>0,2 / 2</b>
beta-Pinen	n.n.	0,001	224	3,3	39,9	120 (B) <sup>6</sup>
3-Caren	0,003	0,001	227	4,3	74,6	120 (B) <sup>6</sup>
Limonen	0,002	0,001	384	5,8	53,2	<b>1 / 10</b>
<i>Summe Terpene</i>	0,013					
<b>Alkohole</b>						
Ethanol	0,108	0,004	409	83,6	793,5	960
2-Propanol	0,092	0,004	387	23,0	759,4	500
1-Butanol	0,015	0,002	352	11,9	59,0	<b>0,7 / 2</b>
2-Ethyl-1-hexanol	n.n.	0,002	266	7,7	44,9	54
Benzylalkohol	0,307	0,002	74	12,3	87,4	<b>0,4 / 4</b>
<i>Summe Alkohole</i>	0,522					
<b>Glycolderivate</b>						
2-Methoxyethanol	n.n.	0,004	2	7,1	---	<b>0,02 / 0,2</b>
2-Ethoxyethanol	n.n.	0,004	1	6,2	---	<b>0,1 / 1</b>
2-Butoxyethanol	0,522	0,002	205	7,3	84,6	<b>0,1 / 1</b>
1-Methoxy-2-propanol	0,003	0,002	240	6,9	35,5	<b>1 / 10</b>
2-Butoxyethoxyethanol	0,499	0,004	113	13,0	91,7	<b>0,4 / 1</b>
2-Phenoxyethanol	0,154	0,004	68	12,1	49,2	0,03 / 0,1
<i>Summe Glycolderivate</i>	1,178					
<b>Aldehyde</b>						
n-Butanal	n.n.	0,004	14	12,2	35,1	64
n-Pentanal	n.n.	0,002	143	4,8	30,0	-
n-Hexanal	0,004	0,002	247	7,9	45,8	40 (PL)
n-Heptanal	n.n.	0,002	60	4,8	14,8	-
n-Octanal	n.n.	0,002	92	5,0	18,8	-
n-Nonanal	0,012	0,002	192	4,0	18,8	-
n-Decanal	n.n.	0,002	77	4,8	9,6	-
Benzaldehyd	n.n.	0,002	111	11,8	25,4	<b>0,02 / 0,2</b>
<i>Summe gesättigte, azyklische aliphatische Aldehyde C<sub>4</sub>-C<sub>11</sub></i>	0,016					<b>0,1 / 2</b>
<i>Summe Aldehyde</i>	0,016					
<b>Ketone</b>						
Aceton	0,028	0,004	383	38,4	285,2	1200
Methylethylketon	0,005	0,004	204	11,1	111,1	600
Methylisobutylketon	n.n.	0,001	101	3,5	28,6	<b>0,1 / 1</b>
Cyclohexanon	n.n.	0,002	72	5,0	41,9	80
Acetophenon	n.n.	0,002	24	6,0	32,5	49 (DK)
<i>Summe Ketone</i>	0,033					

Probe-Nr.: V3 QM-Nr.: 004-11672	Konzentra- tion	Bestim- mungs- grenze	Vergleichswerte aus 431 Messungen 2008 bis 2014			RW I / RW II oder AGW
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	n Werte	Medianwert µg/m <sup>3</sup>	95Perzentil µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
<b>Halogenierte Kohlenwasserstoffe</b>						
Trichlorethen	n.n.	0,001	14	3,9	98,6	<b>0,02<sup>9</sup></b>
Tetrachlorethen	n.n.	0,001	54 *	2,3	45,0	<b>0,1 / 1</b>
1.1.1-Trichlorethan	n.n.	0,001	6	3,5	---	1100
1.4-Dichlorbenzol	n.n.	0,001	3	32,0	---	6 <sup>3</sup>
<i>Summe Halogenierte KW</i>	<i>0,000</i>					
<b>Ester</b>						
Ethylacetat	n.n.	0,002	101	10,1	119,0	<b>0,6 / 6</b>
Butylacetat	n.n.	0,001	303	4,2	77,0	300
Isopropylacetat	n.n.	0,002	12	3,9	14,0	420 (DFG)
Methoxypropylacetat	n.n.	0,002	113	5,0	95,7	28/270 <sup>7,10</sup>
2-Ethoxyethylacetat	n.n.	0,002	0	---	---	<b>0,2 / 2</b>
Dimethylphthalat	n.n.	0,002	8	4,9	---	3 (DK,S)
Texanol	n.n.	0,002	2	371,4	---	-
TXIB	n.n.	0,002	26	3,1	131,3	-
<i>Summe Ester</i>	<i>0,000</i>					
<b>Sonstige</b>						
2-Pentylfuran	n.n.	0,001	35	3,1	7,3	150
THF	n.n.	0,004	12	9,0	369,6	151
Ethyldiglycol	0,507		-	---	---	35
<i>Summe Siloxane D4-D6</i>	<i>0,000</i>					
<i>Summe Sonstige</i>	<i>0,060</i>					
<b>Summe VOC</b>	<b>2,307</b>					
<b>TVOC nach Seifert</b>	<b>1,180</b>					

Abkürzungen und Fußnoten: Siehe Anhang

\*: Die Auswertung wurde um zwei Extremwerte bereinigt.

### 3.3 Erläuterungen zu den Ergebnissen

#### 3.3.1 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind ein Gemisch aus 209 strukturell ähnlichen Verbindungen (Kongeneren). Da sie nicht brennbar sind, und aufgrund ihrer chemischen Stabilität und ihres guten elektrischen Isolationsvermögens, wurden sie bis Ende der 80er Jahre in großem Umfang in geschlossenen Systemen (z.B. als Transformatoröl, als Dielektrikum in Kondensatoren oder Hydrauliköl) und bis Ende der 70er Jahre auch in offenen Systemen (z.B. als Schmier- oder Schneidöl, Zusatz zu Kunststoffen, Lacken, Kitt- und Spachtelmassen) eingesetzt. Heute kommt PCB in der Umwelt weit verbreitet vor.

Ursächlich für erhöhte PCB-Konzentrationen in der Raumluft können offene Systeme, z.B. Fugendichtungsmassen und Anstriche, oder beschädigte geschlossene Systeme, z.B. beschädigte Kondensatoren für Leuchtstoffröhren sowie durch diese Primärquellen bedingte großflächige Sekundärkontaminationen in Wänden, Böden, Decken und Möbeln sein.



PCB ist durch die EU als gesundheitsschädlich und umweltgefährlich eingestuft. Zudem wird es - bewertet durch den AGS - den krebserzeugenden Stoffen der Kategorie K 3 zugeordnet - Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben, über die jedoch nicht genügend Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen. Ferner wird PCB in die Kategorie 2 der fortpflanzungsgefährdenden Substanzen RE2 - Stoffe, die als fruchtschädigend (entwicklungsschädigend) für den Menschen angesehen werden sollten - und RF2 - Stoffe, die als beeinträchtigend für die Fortpflanzungsfähigkeit (Fruchtbarkeit) des Menschen angesehen werden sollten, eingestuft.

1995 wurde die Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Gebäudeteile (PCB-Richtlinie) baurechtlich eingeführt.

Die PCB-Richtlinie nennt als Interventionswert, bei dem Maßnahmen zur Gefahrenabwehr für die Gesundheit angezeigt sind, eine PCB-Konzentration von 3.000 ng/m<sup>3</sup>. Bei kürzeren Aufenthaltsdauern im Raum als 24 Std. pro Tag ist ein entsprechend höherer Wert anzusetzen. Als Zielwert (Sanierungswert) gilt als im Jahresmittel tolerierbare PCB-Konzentration 300 ng/m<sup>3</sup>. Dieser Wert wurde hochgerechnet von einer tolerierbaren täglichen Aufnahme von PCB von 1 µg/kg Körpergewicht. Die Aufnahme durch die Atemluft soll dabei 10 % der tolerierbaren Menge nicht überschreiten. Diese Richtwerte waren bereits zuvor vom ehemaligen Bundesgesundheitsamt (BGA) aufgestellt worden.

In der Bekanntmachung „Gesundheitliche Bewertung dioxinähnlicher polychlorierter Biphenyle in der Innenraumluft“ – Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 11-2007 werden durch die Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden folgende Beurteilungswerte empfohlen:

- beim Vorliegen ausschließlich von Fugenmassen als PCB-Quelle wird bei einer Gesamt-PCB-Konzentration über 3 µg/m<sup>3</sup> empfohlen, die Einleitung expositionsminimierender Maßnahmen zu prüfen.
- bei nicht sicher einzuordnenden PCB-Quellen kann bereits bei einer Gesamt-PCB-Konzentration über 1 µg/m<sup>3</sup> die Überschreitung von TEQ-Werten für PCB nicht ausgeschlossen werden.

### 3.3.2 Formaldehyd

Formaldehyd tritt in der Umgebungsluft natürlich und zivilisationsbedingt auf. Für Stadtgebiete ist von Konzentrationen von ca. 0,003 ppm als Normalbelastung auszugehen. Als Emissionsquellen für Formaldehyd in Innenräumen werden Spanplatten, Aminoplastortschäume, und Parkettversiegelungen sowie Kleber, Lacke, Textilien, Tapeten, Teppiche, Dämmmaterialien usw. genannt. Für Spanplatten sind die Einflussfaktoren für die Formaldehydabgabe im Wesentlichen die Art und Verarbeitung von Bindemitteln und Platte, die Umgebungstemperatur, und die relative Luftfeuchte. Eine Erhöhung der relativen Luftfeuchte bzw. der Temperatur führt im Allgemeinen zu einer erhöhten Formaldehydabgabe. Für den Aufbau der Formaldehydkonzentration in Räumen ist darüber hinaus der Luftwechsel wesentlich.

Im Bundesgesundheitsblatt 8/2016 wurde vom Ausschuss für Innenraumrichtwerte ein Richtwert I für Formaldehyd von 0,1 mg/m<sup>3</sup> entsprechend 0,08 ppm veröffentlicht.

Diese Konzentration sollte nach Auffassung des Ausschusses auch kurzzeitig, bezogen auf einen Messzeitraum von einer halben Stunde berücksichtigt werden.

Die Ableitung des Richtwertes I erfolgte dabei aufgrund seiner reizenden Wirkung, die bei einer geringeren Konzentration relevant ist, als die krebserzeugende Wirkung. Der Richtwert I deckt damit die krebserzeugende Wirkung mit ab.

Ein Richtwert II wurde dabei nicht festgelegt, da für dessen Ableitung keine belastbaren Angaben vorliegen.

### 3.3.3 Pentachlorphenol und Lindan

PCP und seine Salze wurden in Holzschutzmitteln bis Mitte der 80er Jahre wegen ihrer fungiziden Wirkung im vorbeugenden Holzschutz eingesetzt.

Durch die Pentachlorphenol-Verbotsverordnung (PCP-V) vom Dezember 1989 durften PCP und seine Salze sowie Zubereitungen, die mehr als 0,01 % dieser Stoffe enthalten, nicht mehr hergestellt, in den Verkehr gebracht oder verwendet werden. Erzeugnisse durften in den behandelten Teilen nicht mehr als 5 mg/kg PCP enthalten.

Diese Verordnung galt nicht für Holzbestandteile von Gebäuden und Möbeln, sowie für Textilien, die vor dem Inkrafttreten der Verordnung behandelt worden waren.

Die Anforderungen wurden in die Gefahrstoffverordnung GefStoffV und die Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV) übernommen.

Lindan wirkt insektizid und wurde deshalb als vorbeugendes Holzschutzmittel in der Bautechnik und in der Forstwirtschaft eingesetzt.

Lindan wird durch die EU als giftig und PCP als sehr giftig und als krebserzeugender Stoff der Kategorie 3 - Stoffe die wegen möglicher krebserregender Wirkung beim Menschen Anlass zur Sorge geben, über die jedoch nicht genügend Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen - eingestuft.

Zudem wird PCP bewertet durch den AGS (Ausschuss für Gefahrstoffe) in die Kategorie K2 eingestuft - "Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der begründeten Annahme, dass die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff Krebs erzeugen kann".

Ferner wird PCP in die Kategorie 2 der fortpflanzungsgefährdenden Substanzen R<sub>E</sub>2, Stoffe, die als fruchtschädigend (entwicklungsschädigend) für den Menschen angesehen werden sollten und in die Kategorie M 3 der mutagenen Stoffe eingestuft.

Lindan ist national in die Kategorie 3 der krebserzeugenden Stoffe eingestuft.

PCP und Lindan können auch über die Haut aufgenommen werden.

Da PCP und Lindan über einen längeren Zeitraum aus behandelten Hölzern ausgasen können, kann ihre Anwendung in Innenräumen noch Jahre danach zu erhöhten Raumluftkonzentrationen führen.

Vom Bundesgesundheitsamt wurde zur Bewertung der Luftqualität in mit Holzschutzmitteln behandelten Räumen ein Richtwert von 1 µg/m<sup>3</sup> für PCP und Lindan vorgegeben.

Nach Blessing und Derra (Staub - Reinhaltung der Luft 52 [1992], 265-271) werden PCP- und Lindan-Raumluftkonzentrationen von 0,1 µg/m<sup>3</sup> als Sanierungsleitwert angesetzt.

Bis zu Konzentrationen von 0,25 µg/m<sup>3</sup> ergibt sich in der Regel kein akuter Handlungsbedarf. Im Bereich von 0,25 µg/m<sup>3</sup> bis 0,5 µg/m<sup>3</sup> wird ein mittelfristiger Sanierungsbedarf gesehen, im Bereich bis 1 µg/m<sup>3</sup> und darüber besteht danach ein akuter Handlungsbedarf.

Die Anwendung PCP-haltiger Holzschutzmittel im Hinblick auf Gesundheitsgefährdungen wird gemäß der PCP-Richtlinie, 1996, wie folgt bewertet:

- In Aufenthaltsräumen ist von einer möglichen Gesundheitsgefährdung auszugehen, wenn die im Jahresmittel zu erwartende Raumkonzentration über 1 µg PCP/m<sup>3</sup> Luft liegt.
- Bei Wohnungen oder bei anderen Räumen, in denen sich Personen über einen längeren Zeitraum regelmäßig mehr als 8 Stunden am Tag aufhalten und in denen nutzungsbedingt auch

Expositionen über Staub und Lebensmittel zu erwarten sind, wie z.B. Kindertagesstätten oder Heimen, ist jedoch eine gesundheitliche Gefährdung schon dann möglich, wenn die im Jahresmittel zu erwartende Raumlufkonzentration unter  $1 \mu\text{g PCP}/\text{m}^3$  Luft aber über  $0,1 \mu\text{g PCP}/\text{m}^3$  Luft liegt und gleichzeitig im Blut bzw. Urin eine PCP-Belastung vorliegt.

Im Bundesgesundheitsblatt 7/97 wird für Nichtwohnbereiche ein Interventionswert (Eingriffswert) von  $1 \mu\text{g PCP}/\text{m}^3$  Luft abgeleitet, bei dessen Überschreitung zu sanieren ist.

Aus diesem leitet sich unter Verwendung eines Faktors von 10 ein Sanierungszielwert von  **$0,1 \mu\text{g PCP}/\text{m}^3$**  Luft ab. Wird dieser Wert (im Jahresmittel) nicht überschritten, ist nicht von einer gesundheitlichen Gefährdung durch PCP-haltige Holzschutzmittel auszugehen.

Nach Bewertung des Bundesinstituts für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) kann bei Einhaltung eines Raumlufwertes von  **$1 \mu\text{g Lindan}/\text{m}^3$  Luft** eine gesundheitliche Beeinträchtigung mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Raumlufwerte von  $1 \mu\text{g Lindan}$  pro  $\text{m}^3$  Luft und darüber werden nur erreicht, wenn auch die PCP-Belastungen deutlich über  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen. Die dann nötige PCP-Sanierung setzt auch die Lindan-Konzentration weit genug herab (Quelle: Märkischer Kreis, Abteilung für Gesundheitsschutz und Umweltmedizin). Im Informationsblatt Hylotox 59 (DDT und Lindan in Innenräumen) des Landesamtes für Gesundheit und Soziales in Mecklenburg-Vorpommern wird ein vorläufiger Richtwert I (RW I) bzw. ein Sanierungszielwert für **Lindan** in Innenräumen von  **$0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$**  genannt. Der RW I ist die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluf, bei der im Rahmen einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Kenntnisstand auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Eine Überschreitung ist mit einer über das übliche Maß hinausgehenden, hygienisch unerwünschten Belastung verbunden. Die Einhaltung des Sanierungszielwertes (RW I) soll eine gesundheitliche Gefährdung auch im Sinne der Vorbeugung ausschließen (vorbeugende Gefahrenabwehr).

### 3.3.4 Flüchtige organische Verbindungen

Der Sammelbegriff flüchtige organische Verbindungen beinhaltet eine Vielzahl von Stoffen, die mit der Probenahme auf einem festen Träger, in der Regel Aktivkohle, erfasst werden und nach Desorption vom Trägermaterial und gaschromatographischer Auftrennung z.B. mit einem Massenspektrometer identifiziert werden können. Hierzu zählen unter anderem aliphatische, aromatische und halogenierte Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Glykole und Glykolderivate, Ester, höhere Aldehyde, Ketone, Dimethylsiloxane und Terpene. Die nach DIN EN ISO 16000-5 zu

bestimmenden Verbindungen werden bei der gaschromatographischen Trennung mit einer unpolaren Säule zwischen n-Hexan und n-Hexadecan detektiert. Dies entspricht Verbindungen mit Siedepunkten zwischen ca. 60°C und 290°C. Verbindungen mit niedrigeren oder höheren Siedepunkten werden ebenfalls angegeben, wenn sie in der Probe nachgewiesen werden. Bei Stoffen mit niedrigerem Siedepunkt und bei Ethanol sind jedoch Minderbefunde möglich. Für die zulässige Belastung von Aufenthaltsräumen existieren für den Hauptteil der gefundenen flüchtigen organischen Verbindungen keine Grenz- oder Richtwerte.

Im Bundesgesundheitsblatt 3/93 empfiehlt das Bundesgesundheitsamt für die Bewertung von Konzentrationen flüchtiger organischer Verbindungen in Innenräumen sich im ersten Schritt an den mittleren Konzentrationen zu orientieren, die bei der Untersuchung einer größeren Zahl von Aufenthaltsräumen ermittelt wurden. Grundsätzlich gelten für alle Werte, dass sie nicht isoliert betrachtet werden dürfen, sondern nur in Verbindung mit den jeweiligen definierten Randbedingungen. Untersuchungen in willkürlich ausgewählten Aufenthaltsräumen erfolgen in der Regel über längere Zeit mit Passivsammlern, ohne dass die jeweiligen Randbedingungen (Temperatur, Feuchte, Lüftungsverhältnisse, Nutzung) bekannt sind. Bei den Messergebnissen sind deshalb zum Vergleich die Häufigkeit des Nachweises, die arithmetischen Mittelwerte und, soweit mindestens 10 Messwerte größer der Nachweisgrenze vorliegen, 95-Perzentilwerte eigener Untersuchungen der letzten Jahre, die unter gleichen Randbedingungen hinsichtlich Lüftung und Nutzung entstanden sind, angegeben. Die angegebenen Mittelwerte und 95-Perzentile beziehen sich nur auf die Messwerte größer der Nachweisgrenze. Werte kleiner der Nachweisgrenze bleiben unberücksichtigt. Aus den Messwerten wird die Verteilungskurve der aufgetretenen Konzentrationen berechnet.

Der 95-Perzentilwert gibt die Konzentrationen wieder, unterhalb der 95 % der nach der Verteilungskurve zu erwartenden Messwerte liegen. Die Unsicherheit der Angaben bei der Häufigkeitsverteilung wird umso geringer je mehr Messwerte vorliegen.

Im Bundesgesundheitsblatt werden seit 11/96 Richtwerte für einzelne Verbindungen und Stoffgruppen in der Luft von Innenräumen veröffentlicht. Die Werte werden abgeleitet von der Annahme einer Konzentration, bei der erste Wirkungen bei achtstündiger Exposition auftreten. Zusätzlich werden toxikokinetische Effekte, veränderte Expositionsdauer, individuelle Variabilität und eine erhöhte Atemrate von Kindern berücksichtigt.

Für folgende Substanzen wurden Richtwerte veröffentlicht:

Substanz	Richtwert I (RWI) µg/m <sup>3</sup>	Richtwert II (RWII) µg/m <sup>3</sup>	Erscheinungsjahr
Toluol	300	3.000	1996
Ethylbenzol	200	2.000	2012
Xylole (Dimethylbenzole)	100	800	2015
Styrol	30	300	1998
C <sub>9</sub> – C <sub>15</sub> Alkylbenzole	100	1.000	2012
Naphthalin	10	30	2013
Bizyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (Naphthalin, Methylnaphthaline, Dimethylnaphthaline)	10 (v)	30 (v)	2013
aromatenarme Kohlenwasserstoffe C <sub>9</sub> – C <sub>14</sub>	200	2.000	2005
α-Pinen (als Leitkomponente für bicyclische Terpene abgeleitet für ein Verhältnis zwischen α-Pinen, β- Pinen und 3-Caren von etwa 10:1:3 )	200	2.000	2003
d-Limonen (als Leitkomponente für monozyklische Monoterpene)	1.000	10.000	2010
Phenol	20	200	2011
1-Butanol	700	2.000	2014
Ethylhexanol	100 (v)	1.000 (v)	2013
Benzylalkohol	400	4.000	2010
2-Methoxyethanol (EGME)	20	200	2013
2-(2-Methoxyethoxy)ethanol (DEGME)	2.000 (v)	6.000 (v)	2013
1-Methoxy-2-(2-methoxyethoxy)ethan (DEGDME)	30	300	2013
2-Ethoxyethanol (EGEE)	100	1.000	2013
2-Ethoxyethylacetat (EGEEA)	200	2.000	2013
2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol (DEGEE)	700 (v)	2.000 (v)	2013
2-Butoxyethanol (EGBE)	100	1.000	2013
2-n-Butoxyethylacetat (EGBEA)	200 (v)	2.000 (v)	2013
2-(2-n-Butoxyethoxy)ethanol (DEGBE)	400 (v)	1.000 (v)	2013
2-Hexoxyethanol (EGHE)	100	1.000	2013
1-Methoxy-2-propanol (2PG1ME)	1.000	10.000	2013
2-Methoxymethylethoxypropanol (DPGME)	2.000 (v)	7.000 (v)	2013
1-Ethoxypropan-2-ol (2PG1EE)	300	3.000	2013
1(1,1-Dimethylethoxy)-2-propanol (2PG1tBE)	300	3.000	2013
2-Phenoxyethanol	30	100	2018
Propan-1,2-diol	60	600	2017
Gesättigte, azyklische aliphatische Aldehyde C <sub>4-11</sub>	100	2.000	2009
Furaldehyd (Furfural)	10	100	2011
Benzaldehyd	20	200	2010
Methylisobutylketon	100	1.000	2013
Butanonoxim	20	60	2015
Dichlormethan	200	2.000	1997
Trichlorethen	20 <sup>1)</sup>	-	2015
Tetrachlorethen	100	1.000	2017

Substanz	Richtwert I (RWI)	Richtwert II (RWII)	Erscheinungsjahr
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
2-Chlorpropan	800	8.000	2015
Ethylacetat	600	6.000	2014
1-Methyl-2-pyrrolidon	100	1.000	2014
zyklische Dimethylsiloxane D3 – D6	400	4.000	2011

(v): vorläufige Richtwerte

1): Leitwert für Stoffe der Kategorie K 1A bzw. K 1B der krebserzeugenden Stoffe.  
Sie (Anm.: Die Innenraumkommission IRK) betrachtet für Trichlorethen expositions mindernde Maßnahmen unterhalb des Leitwertes als nicht angemessen.

Für nicht einzelnen aufgeführte Glycolether und Glycolester wurde ersatzweise ein vorläufiger RW I von 0,005 ppm und ein RW II von 0,05 ppm festgelegt.

**Der RW I** ist die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft, bei der im Rahmen einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Kenntnisstand auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Eine Überschreitung ist mit einer über das übliche Maß hinausgehenden, hygienisch unerwünschten Belastung verbunden.

**Der RW II** ist ein wirkungsbezogener, begründeter Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse der Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützt. Er stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen bzw. Überschreiten unverzüglich Handlungsbedarf besteht.

Die Grenzwerte für die Konzentrationen von Gefahrstoffen in der Luft am Arbeitsplatz (AGW) können für Aufenthaltsräume nicht herangezogen werden, da sie nur für den Umgang mit Gefahrstoffen gelten. Da sie jedoch für die berufliche Exposition medizinisch begründet sind, orientiert sich ihr Wert an ihrer gesundheitlichen Wirkung auf den Menschen unter den Bedingungen gewerblicher Arbeitsplätze. Damit kann auch die unterschiedliche Relevanz einzelner Stoffe in Aufenthaltsräumen in erster Näherung abgeschätzt werden.

### TVOC

Im Bundesgesundheitsblatt 7-2007 wurden von der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der obersten Landesgesundheitsbehörden Empfehlungen für die hygienische Bewertung anhand von TVOC-Werten gegeben.

Voraussetzung für die Anwendung von TVOC-Werten – den Summenkonzentrationen von flüchtigen organischen Verbindungen – zur Beurteilung der Raumluft ist, dass toxikologisch begründete Richtwerte für Einzelsubstanzen dabei nicht überschritten werden.

Ferner ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der unterschiedlichen Möglichkeiten der Stoffzusammensetzung eine toxikologische Begründung für einzelne TVOC-Bereiche nicht vorliegt und auch nicht möglich ist.

Laut Bundesgesundheitsblatt 7-2007 sind VOC folgendermaßen definiert:

*„Als flüchtige organische Verbindungen (VOC) werden nach internationalen Empfehlungen organisch-chemische Verbindungen des Siedebereichs von ca. 50 -260 °C bezeichnet (...) Nach ECA und AgBB werden als VOC organische Verbindungen bezeichnet, die analytisch auf einer deaktivierten unpolaren Säule im Eluationsbereich zwischen n-Hexan und Hexadecan detektierbar sind.“*

Die Verbindungen Pentan (Siedepunkt 36 °C), Ethanol und Aceton (beide Verbindungen liegen auf einer deaktivierten unpolaren Säule im Eluationsbereich vor n-Hexan) erfüllen diese Bedingungen nicht und werden somit nicht zur Beurteilung der TVOC-Konzentration herangezogen.

Die Einteilung in verschiedene TVOC-Bereiche beruht auf der statistischen Auswertung des 1. Umwelt-Surveys von 1985/86 und Untersuchungen mit Probanden und definierten Stoffgemischen. Die Konzentration der Stufe 1 von 0,3 mg/m<sup>3</sup> entsprechend 300 µg/m<sup>3</sup> entspricht dabei dem 50. Perzentil, die der Stufe 2 mit 1 mg/m<sup>3</sup> entsprechend 1000 µg/m<sup>3</sup> entspricht dem 95. Perzentil der Ergebnisse des 1. Umwelt Survey.

Seit der Erstellung des 1. Umwelt-Surveys haben sich sowohl das Stoffspektrum in Aufenthaltsräumen als auch die Konzentrationen der einzelnen Stoffe in den Räumen gravierend verändert.

**Stufe 1.** „TVOC-Werte unter 0,3 mg/m<sup>3</sup> sind hygienisch unbedenklich sofern keine Richtwerte überschritten werden. Sie werden als Zielwert (hygienischer Vorsorgebereich) bezeichnet und sind mit ausreichendem Abstand nach Neubau oder Renovierungsmaßnahmen in Räumen erreichbar bzw. nach Möglichkeit zu unterschreiten.“

**Stufe 2.** „TVOC-Werte zwischen > 0,3 mg/m<sup>3</sup> und 1 mg/m<sup>3</sup> können als hygienisch noch unbedenklich eingestuft werden, sofern keine Richtwerte überschritten sind. Dieser Konzentrationsbereich weist z.B. auf noch nicht völlig ausgelüftete Lösemiteleinträge hin und indiziert die Notwendigkeit einer verstärkten Lüftung.“

**Stufe 3** „TVOC-Werte zwischen > 1 mg/m<sup>3</sup> und 3 mg/m<sup>3</sup> sind als hygienisch auffällig zu bezeichnen und gelten befristet als Obergrenze für Räume, die für einen längeren Aufenthalt bestimmt sind. In normal genutzten Wohn- Schul- und Büroräumen ohne



kürzlich erfolgte Renovierung oder Neumöblierung sollte ein TVOC-Wert unter Nutzungsbedingungen von kleiner  $1 \text{ mg/m}^3$  nicht dauerhaft überschritten werden.“

**Stufe 4** „Räume mit einem TVOC-Wert zwischen  $> 3 \text{ mg/m}^3$  und  $10 \text{ mg/m}^3$  werden als hygienisch bedenklich beurteilt und sollten, sofern keine Alternativen zur Verfügung stehen, nur befristet (maximal ein Monat) bei Durchführung verstärkter regelmäßiger Lüftungsmaßnahmen genutzt werden. Es ist eine toxikologische Einzelstoff- bzw. Stoffgruppenbewertung vorzunehmen.“

**Stufe 5** „TVOC-Werte zwischen  $> 10 \text{ mg/m}^3$  und  $25 \text{ mg/m}^3$  werden als hygienisch inakzeptabel eingestuft. Die Raumnutzung ist in der Regel zu vermeiden, ein Aufenthalt ist allenfalls vorübergehend täglich (stundenweise) und bei Durchführung verstärkter regelmäßiger Lüftungsmaßnahmen zumutbar. Bei Werten  $> 25 \text{ mg/m}^3$  ist von einer Nutzung abzusehen.“

## 4 Bewertung

Die Raumlufthuntersuchungen erfolgten unter Randbedingungen, wie sie in verschiedenen Blättern der VDI-Richtlinie 4300, "Messen von Innenraumluftverunreinigungen" sowie der DIN EN ISO 16000-ff für die Überprüfung der Einhaltung von Richt- bzw. Vergleichswerten vorgegeben werden.

Ergebnisse der Raumlufthuntersuchungen am 13.08.2020:

### 4.1 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Unter den oben genannten Randbedingungen lag die Konzentration an **polychlorierten Biphenylen (PCB)** nach LAGA in den untersuchten Räumen der Grundschule und der KiTa in der Schulstr. 26 in 73266 Bissingen a. d. Teck **unter dem Sanierungszielwert der PCB-Richtlinie von  $0,3 \mu\text{g/m}^3$** .

Auch der Interventionsrichtwert der PCB-Richtlinie von  $3,0 \mu\text{g/m}^3$  war deutlich unterschritten, ebenso der Empfehlungswert der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden von  $1 \mu\text{g/m}^3$ .

**Es ist somit nicht von einer Belastung der Raumlufth mit PCB auszugehen.**

## 4.2 Formaldehyd

### Messungen in der Grundschule:

Die ermittelte Konzentration in den beiden untersuchten Räumen der Grundschule lag **über dem für Wohn- und Aufenthaltsräume geltenden Richtwert RW I von 0,08 ppm des Ausschusses für Innenraumrichtwerte**. Zum Zeitpunkt der Messung herrschten erhöhte Raumlufttemperaturen bzw. die Luftfeuchte war erhöht. Diese Komponenten führen zu einer erhöhten Ausdünstung von Formaldehyd. Da es sich hier außerdem um Worts-Case-Messungen handelte, bei denen die Räumlichkeiten vor der Messung mindestens 8 Stunden nicht gelüftet wurden, wird empfohlen, die Messungen unter Nutzungsbedingungen zu wiederholen. Zudem wird empfohlen die Räumlichkeiten, wie in Schulen üblich, regelmäßig zu lüften.

### Messung in der KiTa:

Unter den oben genannten Randbedingungen lag die ermittelte **Formaldehydkonzentration** im untersuchten Raum in der KiTa in der Schulstr. 26 in 73266 Bissingen a. d. Teck **unter dem für Wohn- und Aufenthaltsräume geltenden Richtwert RW I von 0,08 ppm des Ausschusses für Innenraumrichtwerte**.

## 4.3 Holzschutzmittelwirkstoffe Pentachlorphenol (PCP) und Lindan

Unter den oben genannten Randbedingungen lag die Konzentration an **Pentachlorphenol** in den untersuchten Räumen der Grundschule und der KiTa in der Schulstr. 26 in 73266 Bissingen a. d. Teck **deutlich unter dem Richtwert der PCP-Richtlinie von 0,1 µg/m<sup>3</sup>**. Wird dieser Wert (im Jahresmittel) nicht überschritten, ist nicht von einer gesundheitlichen Gefährdung durch PCP-haltige Holzschutzmittel auszugehen.

Die Konzentration an Lindan lag sowohl **unter dem Raumluftwert des BgVV für Lindan von 1 µg/m<sup>3</sup>, sowie unter dem in Mecklenburg-Vorpommern veröffentlichten vorläufigen Richtwert I von 0,1 µg/m<sup>3</sup>**. Die Einhaltung des Sanierungszielwertes (RW I) soll eine gesundheitliche Gefährdung auch im Sinne der Vorbeugung ausschließen (vorbeugende Gefahrenabwehr), siehe hierzu. Kap. 3.4.2. dieses Berichtes.

**Es ist somit nicht von einer Belastung der Raumluft mit PCP oder Lindan auszugehen.**

#### 4.4 Flüchtige organische Verbindungen

##### Messungen in der Grundschule:

Die Summe aller nachgewiesenen flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft des untersuchten Raumes Bereich Grundschule „Alt“: Raum U2 Druckerei, Tonraum betrug 0,170 mg/m<sup>3</sup> bzw. Der **TVOC-Wert** nach Seifert, d.h. abzüglich der Komponenten Pentan, Ethanol und Aceton betrug **0,073 mg/m<sup>3</sup>**. Die gefundene TVOC Konzentration ist damit gemäß Einstufung des UBA (Stufe 1: < 0,3 mg/m<sup>3</sup>) als **hygienisch unbedenklich** zu bezeichnen. Zudem hatte keine Einzelkomponente den betreffenden Richtwert überschritten.

Die Summe aller nachgewiesenen flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft des untersuchten Raumes Bereich Grundschule „Neu“: Raum 16, Musiksaal Vorbereitungsraum betrug 0,214 mg/m<sup>3</sup>. Der **TVOC-Wert** nach Seifert, d.h. abzüglich der Komponenten Pentan, Ethanol und Aceton betrug **0,085 mg/m<sup>3</sup>**. Die gefundene TVOC Konzentration wäre damit gemäß Einstufung des UBA (Stufe 1: < 0,3 mg/m<sup>3</sup>) als hygienisch unbedenklich zu bezeichnen. Jedoch hatte die Einzelkomponente Furfural den betreffenden Richtwert I knapp überschritten.

2-Furaldehyd (Furfural) bildet sich beim Erhitzen von Kohlehydraten und kommt deshalb in Lebensmitteln und Getränken wie zum Beispiel Kaffee, Whisky oder Rum vor, bei deren Herstellung ein thermischer Prozess eine Rolle spielt. 2-Furaldehyd ist auch in ätherischen Ölen zum Beispiel aus Kampfer, Zitronengras, Lavendel oder Limonen enthalten. In üblichen im Innenraum eingesetzten Bauprodukten (zum Beispiel Acryl- und Silikondichtmassen, Holzwerkstoffe, Kunstharzfertigputze, Lacken, Wandfarben oder Klebstoffe) wurde 2-Furaldehyd nicht gefunden. In Einzelfällen traten 2-Furaldehyd-Emissionen aus Korkparkettbelägen auf. Weiterführende Untersuchungen ergaben, dass 2-Furaldehyd weder im Ausgangsprodukt (Naturkork) enthalten ist noch einen Bestandteil des Korkbinders darstellt. Vielmehr bildet er sich erst bei der thermischen Behandlung des Korkprodukts.

Aufgrund der hohen Temperaturen, die eine Ausdünstung begünstigen, und um eine mögliche Beeinflussung durch am Messtag evtl. aufgetretene Verschleppungen aus der Außenluft auszuschließen, wird empfohlen, die Messungen in diesem und in einem weiteren beispielhaften Raum zu wiederholen.

##### Messung in der KiTa:

Die Summe aller nachgewiesenen flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft des Gruppenraums Kindergarten U3 in der KiTa betrug 2,307 mg/m<sup>3</sup>. Der **TVOC-Wert** nach Seifert, d.h. abzüglich der Komponenten Pentan, Ethanol und Aceton betrug **1,180 mg/m<sup>3</sup>**. Die gefundene TVOC Konzentration ist damit gemäß Einstufung des UBA (Stufe 3: > 1 mg/m<sup>3</sup> und <

3 mg/m<sup>3</sup>) als **hygienisch auffällig** zu bezeichnen. Zudem hatten die Einzelkomponenten 2-Butoxyethanol und 2-Butoxyethoxyethanol den betreffenden Richtwert RW I und die Einzelkomponente 2-Phenoxyethanol den betreffenden Richtwert II überschritten.

**2-Butoxyethanol** ist ein Lösungsmittel für Farben und Oberflächenbeschichtungen sowie für Tinten. Produkte, die 2-Butoxyethanol enthalten, umfassen bspw. Whiteboard-Reiniger, Flüssigseifen, Kosmetika und Lacke. Es ist ein Hauptbestandteil vieler Reinigungslösungen für Privathaushalte und gewerbliche Zwecke.

**2-Butoxyethoxyethanol** dient bspw. als Lösemittel für Farben und Lacke und kommt in Haushaltsreinigern, Brauchemikalien und in der Textilverarbeitung vor.

**2-Phenoxyethanol** wirkt bakterizid und wird häufig als Konservierungsmittel in Körperpflegemitteln und Kosmetika eingesetzt. Darüber hinaus dient 2-Phenoxyethanol als Duftstoff in Parfümen.

Auch ist es in vielen Feuchttüchern für Babys enthalten. Phenoxyethanol wird darüber hinaus als Lösungsmittel in Tinten, Kugelschreiberpasten, sowie zur Herstellung von Weichmachern und Luftverbesserern verwendet.

Es wird empfohlen, die verwendeten Reinigungs- und Desinfektionsmittel auf ihre Inhaltsstoffe hin zu überprüfen und bei Bedarf auszutauschen. Außerdem wird auch hier aufgrund der hohen Temperaturen, die eine Ausdünstung begünstigen, und um eine mögliche Beeinflussung durch am Messtag evtl. aufgetretene Verschleppungen aus der Außenluft auszuschließen, eine Kontrollmessung im untersuchten und einem weiteren Raum empfohlen.

**Umwelt Service**  
**Referat Umweltmesstechnik**

**Sachbearbeiter**

██████████

██████████