



Peri Medizinische Analytik  
Sindelfingen GmbH

# Gutachten

---

## zur Untersuchung auf Innenraumschadstoffe

<b>Auftraggeber:</b>	Stadt Esslingen am Neckar Städtische Gebäude Esslingen am Neckar Stefan Pursche Ritterstr. 17 73728 Esslingen
<b>Objekt:</b>	Kindergarten Lessingstr. 3, 73730 Esslingen
<b>Auftragsumfang:</b>	Raumluftmessungen auf PCP, Lindan, Polychlorierte Biphenyle (PCB) und Formaldehyd in zwei Räumen
<b>Ortstermin am:</b>	26.06.2019
<b>Gutachten:</b>	Dipl.-Lebensmittelchemiker Michael Jakobza PMA Sindelfingen GmbH
<b>Berichtsidentifikation:</b>	<b>190626/01a</b>
<b>Bemerkung:</b>	überarbeitete Version



## INHALTSVERZEICHNIS

1.	Anlass der Untersuchung .....	1
2.	Begehung der Räumlichkeiten / Verdachtsmomente .....	1
3.	Bewertung .....	1
3.1.	Untersuchung der Raumlufte auf Formaldehyd .....	1
3.2.	Polychlorierte Biphenyle (PCB) in der Raumlufte .....	1
3.3.	Pentachlorphenol und Lindan in der Raumlufte .....	2
4.	Fazit und Empfehlung .....	2
5.	Prüfbericht (gemäß DIN EN ISO/IEC 17025) .....	3
6.	Anlage Bewertungsgrundlagen .....	5
6.1.	Raumlufte allgemein .....	5
6.2.	Untersuchung der Raumlufte auf Formaldehyd .....	5
6.3.	Polychlorierte Biphenyle (PCB) in der Raumlufte .....	5
7.	Anlage Beschreibung der Räumlichkeiten .....	7
8.	Anlage Bilder .....	8
9.	Anlage Stoffinformationen .....	9
9.1.	Formaldehyd .....	9
9.2.	PCB (Polychlorierte Biphenyle) .....	9
9.3.	Holzschutzmittelwirkstoffe .....	10

## 1. Anlass der Untersuchung

---

Aufgrund der Baujahre einiger Kindergärten der Stadt Esslingen am Neckar, sowie dem Nachweis diverser Schadstoffe in Schulen der Stadt Esslingen am Neckar, sollen diese vorsorglich auf Polychlorierte Biphenyle (PCB), Pentachlorphenol (PCP), Lindan sowie Formaldehyd hin untersucht werden. Herr Stefan Pursche, Städtische Gebäude Esslingen beauftragt die PMA Sindelfingen GmbH mit Raumluftmessungen auf die o.g. Parameter. Weiterhin sollen Materialproben nach Eigenen Ermessen entnommen und ggf. auf Holzschutzmittelwirkstoffe oder Polychlorierte Biphenyle (PCB) untersucht werden.

## 2. Begehung der Räumlichkeiten / Verdachtsmomente

---

Ortstermin ist der 26.06.2019. Anwesend sind Herr Stefan Pursche, Städtische Gebäude Esslingen und als Probenehmer Herr Dipl.-LMChem. Michael Jakobza von der PMA Sindelfingen GmbH.

## 3. Bewertung

---

### 3.1. Untersuchung der Raumlufte auf Formaldehyd

Probenbezeichnungen:

- (1) Gruppenraum "Bären"
- (2) Gruppenraum "Affen"

Die untersuchten Proben (1) - (2) liegen mit 0,113 mg/m<sup>3</sup> und 0,121 mg/m<sup>3</sup> Formaldehyd über dem IRK Richtwert I von 0,100 mg/m<sup>3</sup>.

Die Beurteilung berücksichtigt eine erweiterte Messunsicherheit von ca. 10 %.

### 3.2. Polychlorierte Biphenyle (PCB) in der Raumlufte

Probenbezeichnungen:

- (1) Gruppenraum "Bären"
- (2) Gruppenraum "Affen"

In den untersuchten Raumlufteproben (1) - (2) werden keine PCB oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen.

Eine erweiterte Messunsicherheit von 10% wird berücksichtigt.

### 3.3. Pentachlorphenol und Lindan in der Raumluft

Probenbezeichnungen:

(1) Gruppenraum "Bären"

(2) Gruppenraum "Affen"

In den untersuchten Raumluftproben (1) - (2) werden Konzentrationen von Pentachlorphenol von 19 ng/m<sup>3</sup> und 32 ng/m<sup>3</sup> festgestellt. Der IRK-Richtwert I für Pentachlorphenol von 100 ng/m<sup>3</sup> wird von beiden Proben unterschritten.

In den untersuchten Proben (1) und (2) wird Lindan nicht oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen.

## 4. Fazit und Empfehlung

---

*Bei der Beurteilung der vorliegenden Raumluftkonzentrationen wird davon ausgegangen, dass es sich um eine Probenahme bei reduzierten Lüftungsbedingungen handelt, d.h. es wurde gelüftet, anschließend für mindestens 8 Stunden Fenster und Türen geschlossen gehalten und dann die Probenahme bei einer Raumtemperatur von ca. 26°C durchgeführt.*

*Bei der Beurteilung einer Raumluftprobe handelt es sich immer um eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt der Probenahme. Unter anderen klimatischen Bedingungen können auch abweichende Ergebnisse erhalten werden.*

### Fazit

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse der Raumluftuntersuchungen auf Pentachlorphenol (PCP), Lindan und Polychlorierte Biphenyle (PCB) wird kein Handlungsbedarf abgeleitet. Es liegen diesbezüglich keine Richtwertüberschreitungen vor. Da es sich hierbei um toxikologisch abgeleitete Werte handelt kann davon ausgegangen werden, dass bzgl. der vorliegenden Konzentrationen keine akute Gesundheitsgefährdung vorliegt.

Da die nachgewiesenen Konzentrationen an Formaldehyd oberhalb der IRK-Richtwertes I liegen sollten Maßnahmen zur Reduzierung angestrebt werden. Als mögliche Quellen sind u.a. sämtliche pressspanhaltigen Möbelstücke sowie das Laminat in Betracht zu ziehen. Allerdings besteht die Möglichkeit, dass bei einer Einhaltung der Raumtemperaturen von ca. 20 °C die Emissionen bereits reduziert werden können. Vor einem möglichen Ausbau empfehlen wir daher die Raumluft erneut bei niedrigeren Temperaturen auf Formaldehyd hin zu untersuchen.

Die Probenahmen unter reduzierten Lüftungsbedingungen durchgeführt. Unter nutzungsüblichen Lüftungsbedingungen sind geringere Konzentrationen zu erwarten. Wir empfehlen dies mittels Raumluftmessungen unter nutzungsüblichen Bedingungen zu überprüfen.

Ob aus den festgestellten Konzentrationen der vorliegenden Probenahmen individuelle gesundheitliche Beeinträchtigungen abgeleitet werden können oder ob für diese andere Einflüsse eine Rolle spielen, sollte von einem Arzt beurteilt werden. Allgemein können Fragestellungen im medizinischen Bereich nur von einem Arzt mit entsprechender fachlicher Erfahrung bzw. Aus- oder Weiterbildung auf diesem Gebiet beantwortet werden.

Für weitere Untersuchungen, Auskünfte und Informationen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

i.V. Michael Jakobza  
Dipl.-Lebensmittelchemiker

---

Berichtsidentifikation: 190626/01a Verfasser: Dipl.-Lebensmittelchemiker Michael Jakobza am 31.07.2019 Seite 2 von 10  
Ohne schriftliche Genehmigung der PMA GmbH darf der Prüfbericht auszugsweise nicht vervielfältigt werden.

Die Prüf-/Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.

## 5. Prüfbericht (gemäß DIN EN ISO/IEC 17025)

### ANGABEN ZUM AUFTRAG

Auftraggeber: Stadt Esslingen am Neckar Städtische Gebäude Esslingen am Neckar, Ritterstr. 17, 73728 Esslingen  
**Objekt: Kindergarten Lessingstr. 3, 73730 Esslingen**  
 Probenahmedatum: 26.06.2019  
 Probenehmer: Dipl.-LMChem. Michael Jakobza

### ANGABEN ZU DEN PROBEN - RAUMLUFT

**Labor-Nr.:** 190626/01/1-2  
**Probenbezeichnung:** (1) Gruppenraum "Bären"  
 (2) Gruppenraum "Affen"  
**Probenart:** Raumluft  
**Prüfmittel:** DNPH-Kartusche, PU-Schaum groß  
**Probeneingang:** 26.06.2019

### PROBENAHME

	(1)		(2)	
	ALD	SVOC	ALD	SVOC
Probenvolumen [L]:	64,5	1020	63,9	1000
mittlere Temperatur [°C]:	25,8		26,3	
mittlerer Luftdruck [hPa]:	994		993	
mittlere rel. Luftfeuchtigkeit [%]:	67		68	
Durchflussrate [L/min]:	1,5	30,0	1,5	30,0
Probenahmedauer:	40	34	40	33
Wetterlage:	sonnig		sonnig	
letzte Lüftung vor [h]:	> 8		> 8	

### CHEMISCHE UNTERSUCHUNG

**Untersuchungsauftrag:** Polychlorierte Biphenyle, Formaldehyd Raumluft, PCP, Lindan in Raumluft  
**Untersuchungsmethode:** DIN ISO 16000-3, 2013-01, VDI 4301 Bl. 2, 2000-06, DIN ISO 16000-14, 2012-03  
**Untersuchungsumfang:** siehe Ergebnistabelle  
**Bestimmungsgrenze:** 1-30 µg/m<sup>3</sup> bzw. ng/m<sup>3</sup> je nach Einzelsubstanz  
**Untersuchungszeitraum:** 26.06.2019 - 16.07.2019

Berichtsidentifikation: 190626/01a Verfasser: Dipl.-Lebensmittelchemiker Michael Jakobza am 31.07.2019 Seite 3 von 10  
 Ohne schriftliche Genehmigung der PMA GmbH darf der Prüfbericht auszugsweise nicht vervielfältigt werden.

Die Prüf-/Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.

## ANALYSENERGEBNIS

	(1)	(2)	Normalwert <sup>2)</sup>	Auffälligkeitswert <sup>2)</sup>	RW I	RW II	CAS-Nr.
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	
<b>Aldehyde<sup>1)</sup></b>							
Formaldehyd <sup>5)</sup>	113	121	35	81/30	100		50-00-0
	(1)	(2)	RW I	RW II	CAS-Nr.		
	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>			
<b>Holzschutzmittelwirkstoffe</b>							
Lindan (γ-HCH)	< 10	< 10			58-89-9		
Pentachlorphenol (PCP)	19	32	100	1000	87-86-5		
Tetrachlorphenol	< 10	< 10			58-90-2		
<b>Polychlorierte Biphenyle (PCB)</b>							
PCB Nr. 28	< 1	< 1			7012-37-5		
PCB Nr. 52	< 1	< 1			41464-40-8		
PCB Nr. 101	< 1	< 1			37680-73-2		
PCB Nr. 138	< 1	< 1			35694-06-5		
PCB Nr. 153	< 1	< 1			35065-27-1		
PCB Nr. 180	< 1	< 1			35065-29-3		
Σ PCB	<1	<1					
Σ PCB nach LAGA	n.b.	n.b.	300 <sup>3)</sup>	3000 <sup>4)</sup>			
PCB Nr. 118	< 1	< 1			31508-00-6		

- 1) bestimmt mittels Prüfverfahren Aldehyde von DNPH-Kartusche  
 2) Die Normal- und Auffälligkeitswerte (=Orientierungswerte) beziehen sich auf die Veröffentlichung „AGÖF-Orientierungswerte flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft und Hausstaub“, Umwelt & Gesundheit, 1 (2004) 6 in der Fassung vom 28.11.2013  
 3) „Vorsorgewert“ gemäß „Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie) – Fassung September 1994  
 4) „Eingreifwert“ gemäß „Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie) – Fassung September 1994  
 n.b. Summe nicht bestimmbar

Sindelfingen, 31.07.2019

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Glöckler  
Laborleiter

i.V. Michael Jakobza  
Dipl.-Lebensmittelchemiker

Berichtsidentifikation: 190626/01a Verfasser: Dipl.-Lebensmittelchemiker Michael Jakobza am 31.07.2019 Seite 4 von 10  
 Ohne schriftliche Genehmigung der PMA GmbH darf der Prüfbericht auszugsweise nicht vervielfältigt werden.

Die Prüf-/Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.

## 6. Anlage Bewertungsgrundlagen

---

### 6.1. Raumluft allgemein

Zur Unterscheidung von gewerblichen Arbeitsplätzen mit Gefahrstoffumgang und solchen Räumen, in denen die Nutzer ohne Zutun den Emissionen aus Baustoffen oder Einrichtungsgegenständen ausgesetzt sind, hat sich der Begriff „Innenräume“ etabliert. Nach einer Veröffentlichung\* des Umweltbundesamtes werden als Innenräume definiert:

- private Wohn-Aufenthaltsräume wie Wohn-, Schlaf-, und Badezimmer, Küche, Bastel-, Sport-, und Kellerräume
- Räume in öffentlichen Gebäuden (z.B. Schulen, Kindergärten, Jugendhäuser, Krankenhäuser, Sporthallen, Bibliotheken, Gaststätten, und andere Veranstaltungsräume)
- Arbeitsräume und Arbeitsplätze in Gebäuden, die nicht im Hinblick auf Luftschadstoffe den Regelungen des Gefahrstoffrechtes (insbesondere zu Arbeitsplatzgrenzwerten) unterliegen
- Fahrgasträume von Kraftfahrzeugen und öffentlichen Verkehrsmitteln

Für Arbeitsräume (Räume, in denen Arbeitsplätze innerhalb von Gebäuden dauerhaft eingerichtet sind) sind die Anforderungen an Arbeitsstätten gemäß Arbeitsstättenverordnung zu beachten. Grundsätzlich gelten Räume in Arbeitsstätten (z.B. Büroräume) als Innenräume im obigen Sinn, wenn die dort auftretenden Luftschadstoffe dort nicht als Arbeitsstoffe verwendet werden oder wenn ein Arbeitsstoff aus einem gefahrstoffrechtlich geregelten Bereich in diese übertritt.

\*Bekanntmachung des Umweltbundesamtes in Bundesgesundheitsblatt-7/2007, S.990

### 6.2. Untersuchung der Raumluft auf Formaldehyd

Der Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) schließt sich nach einer Bekanntmachung des Umweltbundesamtes in der Ausgabe vom August 2016 (Bundesgesundheitsblatt 2016 59;1040 – 1044) der Einschätzung der WHO (Weltgesundheitsbehörde) an. Es wird ein Richtwert I (Vorsorgewert) von 0,1 mg/m<sup>3</sup> festgelegt, der auch nicht kurzfristig (für 30 Minuten) überschritten werden sollte. Von der AGÖF (Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute) werden etwas strengere Maßstäbe gefordert (AGÖF-Orientierungswerte 2013). Obwohl der statistisch „auffällige“ Wert 0,081 mg/m<sup>3</sup> beträgt, werden vorsorglich Maßnahmen zur Minimierung der Belastung ab 0,060 mg/m<sup>3</sup> empfohlen. Formaldehydkonzentrationen sind in erheblichem Maß von klimatischen Bedingungen im Raum bzw. von den Emissionsquellen abhängig. Bei einem Überschreiten von 0,060 mg/m<sup>3</sup> bei klimatischen Bedingungen, die geringe Formaldehydemissionen aus Materialien zulassen, kann erfahrungsgemäß bei gleicher Quellsituation unter anderen klimatischen Bedingungen eine Belastung im Bereich des Richtwertes des AIR oder der WHO resultieren (etwa Winter-Sommereffekte). Dies wird durch einen Prüfwert berücksichtigt, der dazu anregen soll, die Formaldehydbelastung ggf. unter anderen klimatischen Bedingungen erneut zu überprüfen. Für den Normalwert werden 0,030 mg/m<sup>3</sup> unter Nutzungsbedingungen angegeben.

### 6.3. Polychlorierte Biphenyle (PCB) in der Raumluft

Durch das ehemalige BGA werden Raumluftkonzentrationen wie folgt bewertet (jeweils nach LAGA):

< 300 ng/m <sup>3</sup>	„Vorsorgewert“: Konzentrationen unter 300 ng/m <sup>3</sup> sind als langfristig tolerabel anzusehen (= Sanierungszielwert).
300 - 3000 ng/m <sup>3</sup>	bei Raumluftkonzentrationen zwischen 300 und 3000 ng/m <sup>3</sup> wird empfohlen, die Quelle der Raumluftverunreinigung aufzuspüren und nach Möglichkeit unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit zu beseitigen oder zumindest eine Verminderung der PCB-Konzentration anzustreben.
> 3000 ng/m <sup>3</sup>	„Eingreifwert“: Raumluftkonzentrationen oberhalb von 3000 ng/m <sup>3</sup> sollten im Hinblick auf mögliche andere, nicht kontrollierbare PCB-Belastungen vermieden werden. Bei entsprechenden Befunden sollten unverzüglich Kontrollanalysen durchgeführt werden. Bei Bestätigung des Wertes sind in Abhängigkeit von der Belastung zur Vermeidung gesundheitlicher Risiken in diesen Räumen

---

Berichtsidentifikation: 190626/01a Verfasser: Dipl.-Lebensmittelchemiker Michael Jakobza am 31.07.2019 Seite 5 von 10  
Ohne schriftliche Genehmigung der PMA GmbH darf der Prüfbericht auszugsweise nicht vervielfältigt werden.

Die Prüf-/Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.



unverzüglich Maßnahmen zur Verringerung der Raumluftkonzentration von PCB zu ergreifen. Die Sanierungsmaßnahmen müssen geeignet sein, die PCB-Aufnahme wirksam zu vermindern.

Hinsichtlich der gesundheitlichen Bewertung der PCBs in der Innenraumluft sowie hinsichtlich des Umfangs notwendiger Sanierungsmaßnahmen bestehen zwischen den Bundesländern erhebliche Unterschiede. Nach dem „Schulleitfaden des Umweltbundesamtes“ von 2008 wird empfohlen u.a. bei Anstrichen oder nicht sicher einzuordnenden PCB Quellen den PCB Gesamtgehalt (siehe oben) zur Beurteilung heranzuziehen. Für die Berücksichtigung dioxinähnlicher polychlorierter Biphenyle soll zusätzlich folgendes gelten: Bei einer Konzentration über  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $= 1000 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) wird ein TEQ - Wert von  $5 \text{ pg}/\text{m}^3$  mit hoher Wahrscheinlichkeit\* nicht erreicht. Bei höheren Gesamt-PCB-Gehalten ( $> 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) soll die Konzentration von PCB118 zur Beurteilung herangezogen werden. Zusätzlich ist zu beachten, dass die Konzentrationen der PCBs stark temperaturabhängig sind. Wegen der höheren Temperaturen im Sommer liegen unter sonst vergleichbaren Bedingungen die im Winter gemessenen Werte in der Regel deutlich unter den Raumluftkonzentrationen im Sommer.

\* s.a. Gesundheitliche Bewertung dioxinähnlicher polychlorierter Biphenyle in der Innenraumluft, Bundesgesundheitsblatt, 2007 u. DIN EN ISO 16000-12:2008-08

Berichtsidentifikation: 190626/01a Verfasser: Dipl.-Lebensmittelchemiker Michael Jakobza am 31.07.2019  
Ohne schriftliche Genehmigung der PMA GmbH darf der Prüfbericht auszugsweise nicht vervielfältigt werden.

Seite 6 von 10

Die Prüf-/Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.

Vogelhainweg 4  
71065 Sindelfingen  
www.pma-sindelfingen.de

Tel. +49(0)7031/799345  
Fax +49(0)7031/799346  
info@pma-sindelfingen.de

Geschäftsführer  
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Glöckler

Amtsgericht Stuttgart:  
HRB 242997  
Stuttgart





## 7. Anlage Beschreibung der Räumlichkeiten

---

### (1) Gruppenraum "Bären"

Boden:	oranges PVC (gepunktet)
Wand:	1 x Fensterfront, 3 x gestrichen
Decke:	Holzdecke
Fenster:	Isolierglasfenster in Kunststoffrahmen
Heizung:	2 Heizkörper unter Fenster
Einrichtung / vorhandene Gegenstände:	4 Teppiche, 2 Kindersofas, 6 Regale, 6 Kindertische, Kinderstühle, Spielzeuge, Schrankwand, 1 Waschbecken, 1 Korkpinnwand, 4 Topfpflanzen

### (2) Gruppenraum "Affen"

Boden:	braunes Laminat
Wand:	gestrichen
Decke:	offene Betonbalken, teilweise Stuck, aufgeklebte Platten zwischen Betonbalken
Fenster:	Isolierglasfenster in Kunststoffrahmen
Heizung:	4 Heizkörper unter Fenster
Einrichtung / vorhandene Gegenstände:	1 Waschbecken, 2 Kindersofas, 5 Kindertische, Kinderstühle, 9 Regale, 3 Teppiche, 2 Metallpfeiler, 8 Pflanzen, Spielzeuge, 1 Korb mit Holz

## 8. Anlage Bilder



Abb. 1: (1) Gruppenraum "Bären"



Abb. 2: (1) Gruppenraum "Bären"



Abb. 3: (2) Gruppenraum "Affen"



Abb. 4: (2) Gruppenraum "Affen"

## 9. Anlage Stoffinformationen

### 9.1. Formaldehyd

Formaldehyd ist eine gasförmige, organische Verbindung, die in der Natur u. a. bei der unvollständigen Verbrennung von kohlenstoffhaltigem Material entstehen kann. Formaldehyd im Innenraum kann von unterschiedlichen Produkten stammen: Hierzu zählen sowohl Möbel wie auch im Innenraum verbaute Bestandteile, harnstoffharzverleimte Materialien wie Spanplatten, Sperrholz und mitteldichte Faserplatten (MDF), aber auch die in den frühen 1980ern häufig verwendeten Aminoplast-Ortschäume, die als Isolierungen eine der großen Quellen für Innenraumschadstoffe darstellten. Die Werkstoffe werden nicht mit Formaldehyd behandelt, sondern sie bestehen aus Harzen und Kunststoffen, die unter anderem aus Formaldehyd hergestellt worden sind. Daher ist es oft schwierig fest-zustellen, aus welchem Material eine festgestellte Belastung kommt. Als kritisch sind vor allem Teile aus Spanplatten, verleimten Holzwerkstoffen (Parkett, evtl. Sperrholz) sowie der Einsatz von Harzen und Klebern anzusehen. Besonders auffällig sind harnstoffharzverleimte Spanplatten. Diese Materialien geben fortlaufend, vor allem bei Zutritt von Feuchtigkeit (Luftfeuchtigkeit) Formaldehyd ab. Dies geht im Extremfall so lange, bis kein aus Formaldehyd hergestelltes Material mehr vorhanden ist: die Spanplatte zerfällt. Auch andere Produkte können Formaldehyd in kleineren und größeren Mengen an die Innenraumluft abgeben: Farben, Tapeten, Kleber, Lacke und Lasuren, Reinigungsprodukte, Desinfektionsmittel, Weichmacher, Teppichreiniger, Kosmetikartikel, ebenso elektronische Geräte wie Computer, Photokopierer u.v.m.. Zusätzlich kann Formaldehyd durch eine chemische Reaktion im Innenraum entstehen wie z.B. aus Terpenen und Ozon. Der Hauptbestandteil der Formaldehyd-Emissionen in der Außenluft kommt durch Verbrennungen zustande (Autoabgase, Holzfeuer, Abfallverbrennung u. a.). In der Innenluft sind die im vorigen Absatz genannten Materialien die Hauptverursacher. Dazu kommen auch hier Emissionen durch Verbrennungsvorgänge (Kochen mit Holz und Gas, Rauchen). Das Rauchen von 2 Zigaretten in einem Raum von 30 m<sup>3</sup> kann den Formaldehydgehalt in der Luft um 0,1 mg/m<sup>3</sup> erhöhen. Das Oxidationsprodukt Ameisensäure stellt ein natürliches Stoffwechselprodukt von Pflanzen, Tieren und Menschen dar und ist z.B. in menschlichem Urin als Ameisensäure nachweisbar. Es handelt sich aber um einen sehr unzuverlässigen Nachweis, da Ameisensäure nicht ausschließlich aus Formaldehyd metabolisiert wird.

### 9.2. PCB (Polychlorierte Biphenyle)

PCB sind synthetische, je nach Chlorgehalt ölartige (niederchloriert, z.B. *Clophen A30*), harzartige bis feste (hochchlorierte, z.B. *Clophen A60*) Stoffgemische. Bei ihrer Herstellung entsteht ein Gemisch von unterschiedlichen Isomeren und Homologen (= *Kongenere*), die sich in ihrem Chlorgehalt unterscheiden. Insgesamt gibt es 209 solcher Kongenere, die von *Ballschmitter* systematisch durchnummeriert wurden.

Bei der Analyse von PCB werden vereinbarungsgemäß sechs Leitkongenere quantifiziert, die Nr. 28, 52, 101, 138, 153 und Nr. 180. Um eine Aussage über den Gesamtgehalt an PCB zu treffen, wird nach einem Vorschlag der *Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA)* die Summe dieser Leitkongenere mit dem Faktor 5 multipliziert (=  $\Sigma$  nach LAGA). Dieses Ergebnis wird zur Interpretation von Material- und Raumluftkonzentrationen herangezogen.

PCB wurden seit 1929 technisch eingesetzt und sind herstellungsbedingt mit Furanen und Dioxinen verunreinigt. Wegen ihrer chemischen Stabilität werden PCB in der Natur nur schwer abgebaut und sie reichern sich in der Nahrungskette an.

Anwendung:

Die Anwendung von PCB erfolgte sowohl in *geschlossenen* (z.B. Transformatoren) als auch in *offenen* Systemen. Hauptsächlich fanden sie Einsatz

- als Isolierflüssigkeit in Transformatoren und Kondensatoren sowie als Hydrauliköle.
- als Weichmacher in Kunststoffen, insbesondere in dauerelastischen Dichtungsmassen in Dehnfugen zwischen Betonfertigelementen u.ä..
- als Flammschutzmittel in Lacken und Farben → z.B. flammhemmender Anstrich auf Spanplatten oder Deckenplatten.
- als Schalöle im Betonbau.

PCB-haltige Fugendichtmassen wurden bis etwa 1975 eingebaut, 1978 wurde die Verwendung von PCB in offenen Systemen in Deutschland verboten. Ab etwa 1984 wurden PCB auch nicht mehr im elektrotechnischen Bereich eingesetzt und seit der PCB-Verbotsverordnung von 1989 ist das Inverkehrbringen von PCB sowie von Zubereitungen mit einem Gehalt von mehr als 50 mg/kg verboten.

In Gebäuden können PCB aus belasteten Baustoffen oder Bauteilen in die Atemluft freigesetzt werden. Unterschieden wird dabei zwischen

Berichtsidentifikation: 190626/01a Verfasser: Dipl.-Lebensmittelchemiker Michael Jakobza am 31.07.2019 Seite 9 von 10  
Ohne schriftliche Genehmigung der PMA GmbH darf der Prüfbericht auszugsweise nicht vervielfältigt werden.

Die Prüf-/Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.



1. Primärquellen: Es handelt sich um Produkte, denen die PCB gezielt zur Veränderung der Produkteigenschaften zugesetzt wurden. Solche Produkte, z.B. Fugendichtungsmassen oder Beschichtungen, enthalten in der Regel *mehrere Gewichtsprozent* PCB und können nach den bisher vorliegenden Erfahrungen deutlich erhöhte PCB-Raumluftkonzentrationen verursachen.

2. Sekundärquellen: Sekundärquellen sind Bauteile (z.B. Wände, Decken) oder Gegenstände (z.B. Mobiliar oder Ausstattungsgegenstände wie Teppichböden oder Gardinen), die PCB meist über längere Zeit aus der Raumluft aufgenommen haben. Sie vermögen die an ihrer Oberfläche angelagerten PCB nach und nach wieder in die Raumluft abzugeben. Großflächige Sekundärquellen können - selbst nach vollständigem Entfernen der Primärquellen - erhöhte PCB-Raumluftkonzentrationen aufrechterhalten.

### 9.3. Holzschutzmittelwirkstoffe

Holzschutzmittel gibt es für die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete wie z.B. Fungizide gegen Pilzbefall, Insektizide gegen Insektenbefall, Herbizide und Algizide gegen pflanzlichen Bewuchs etc. Die bekanntesten Vertreter sind die in der siebziger/achtziger Jahren auch in Wohnräumen massiv verwendeten Holzschutzmittel PCP, Lindan sowie DDT. Seit Mitte der achtziger Jahre kommen zunehmend Pyrethroide zum Einsatz. Holzschutzmittel können gesundheitliche Beschwerden wie Schleimhautreizungen, Kopfschmerzen, Benommenheit und Taubheitsgefühl auslösen. Grundsätzlich gilt, dass Substanzen, die für Insekten und Mikroorganismen schädlich sind auch für den Menschen auf Dauer nicht völlig als unbedenklich eingestuft werden können.

---

Berichtsidentifikation: 190626/01a Verfasser: Dipl.-Lebensmittelchemiker Michael Jakobza am 31.07.2019 Seite 10 von 10  
Ohne schriftliche Genehmigung der PMA GmbH darf der Prüfbericht auszugsweise nicht vervielfältigt werden.

Die Prüf-/Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.