



# Bremer Umweltinstitut<sup>+</sup>

Gesellschaft für Schadstoffanalysen  
und Begutachtung mbH

Fahrenheitstr. 1  
D-28359 Bremen  
Fon +49(0)421 / 7 66 65  
Fax +49(0)421 / 7 14 04  
mail@bremer-umweltinstitut.de  
www.bremer-umweltinstitut.de

 Bremer Umweltinstitut GmbH · Fahrenheitstr. 1 · D-28359 Bremen

Universität Bremen  
z. Hd. Frau Enders  
Postfach 33 04 40

28334 Bremen



AZ: K 6791 BB

23.04.2018

Sehr geehrte Frau Enders,

anbei erhalten Sie den Bericht über die Untersuchung der Luftproben aus GW 1 der Universität in Bremen auf PCB.

Der UNTERSUCHUNGSBERICHT besteht aus der BEFUNDUNG und dem ANALYSENBERICHT und ist wie folgt gegliedert:

TEIL 1: BEFUNDUNG:

1. ALLGEMEINE ANGABEN ZUM AUFTRAG
2. ERGEBNISDARSTELLUNG
3. INFORMATIONEN ZU DEN ANALYSIERTEN PARAMETERN
4. BEWERTUNGSGRUNDLAGEN
5. FAZIT UND EMPFEHLUNGEN

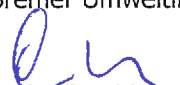
TEIL 2: ANALYSENBERICHT:

1. AUFTRAGSBESCHREIBUNG
2. PRÜFVERFAHREN
3. ERGEBNISSE

Das größtmögliche Verständnis gewinnen Sie, wenn Sie den gesamten Untersuchungsbericht durchlesen. Einen Überblick über die Ergebnisse und die daraus folgenden Empfehlungen geben die Kapitel 2 ERGEBNISDARSTELLUNG und Kapitel 5 FAZIT UND EMPFEHLUNGEN.

Sollten Sie Fragen zum Bericht haben, stehen wir Ihnen gerne telefonisch beratend zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen  
Bremer Umweltinstitut

  
Michael Köhler,  
Diplombiologe

Anlagen: UNTERSUCHUNGSBERICHT (BEFUNDUNG und ANALYSENBERICHT)



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-18812-01-00

Die Bremer Umweltinstitut GmbH ist ein nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 durch die DAkKS akkreditiertes Prüflaboratorium. Bei der Akkreditierung handelt es sich um eine externe Qualitätsüberwachung nach internationalen Standards. Diese gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren, siehe auch [www.bremer-umweltinstitut.de](http://www.bremer-umweltinstitut.de)

Geschäftsführung:  
Dr. Norbert Weis, Ulrike Siemers  
Amtsgericht Bremen HRB 14617  
Steuernummer DE 154288898  
Es gelten unsere Geschäftsbedingungen,  
die wir Ihnen auf Wunsch zuschicken.  
Erfüllungsort und Gerichtsstand ist Bremen.

Bankverbindung:  
Sparkasse Bremen  
IBAN: DE55 29050101 0001 117167  
BIC: SBREDE 22  
Konto 1 117 167  
BLZ 290 501 01

## UNTERSUCHUNGSBERICHT

### TEIL 1: BEFUNDUNG

#### 1 Allgemeine Angaben zum Auftrag

<b>Auftraggeber:</b>	Universität Bremen Frau Enders Bibliothekstraße 1-3 28235 Bremen
<b>Auftragsdatum:</b>	10.04.2018
<b>Auftragnehmer:</b>	Bremer Umweltinstitut Gesellschaft für Schadstoffanalysen und Begutachtung mbH Fahrenheitstraße 1 28359 Bremen
<b>Prüfberichtsnummer:</b>	K 6791 BB
<b>Erstellungsdatum:</b>	23.04.2018
<b>Untersuchungsobjekt:</b>	GW 1
<b>Veranlassung / Ziel:</b>	Untersuchung der Raumluft aus Raum B 1235 und Raum A 1160 im GW 1 der Universität Bremen auf Polychlorierte Biphenyle zur Ab- klärung Erfolges einer Minderungsmaßnahme  Die Probenahme erfolgte am 10.04.2018 durch Herrn Lars Röhrs und Herrn Harun Cakir, beide Bremer Umweltinstitut.  Vorbereitung und Probenahme bei PCB-Kontrollen: nach einem intensiven Lüften von 5 bis 10 Minuten wurden Fenster geschlossen und nach ca. drei Stunden die Probenahme begonnen.

#### 2 Ergebnisdarstellung

Der Summengehalt an PCB (ehemalige Konvention nach LAGA) in der Raumluft des Raumes B 1235 be-  
trägt zum Zeitpunkt der Messung 230 ng/m<sup>3</sup>.

Der Summengehalt an PCB (ehemalige Konvention nach LAGA) in der Raumluft des Raumes A 1160 be-  
trägt zum Zeitpunkt der Messung 220 ng/m<sup>3</sup>.

### **3 Informationen zu den analysierten Parametern**

#### **3.1 Allgemeine Informationen zu Polychlorierten Biphenylen (PCB)**

Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind ein Gemisch von bis zu 209 einzelnen Verbindungen (Kongeneren), die bei der Chlorierung von Biphenyl entstehen.

Bedingt durch ihre hervorragenden Materialeigenschaften wie z.B. Nichtbrennbarkeit, chemische Stabilität und gute elektrische Isolierfähigkeit, bei gleichzeitig geringen Herstellungskosten, wurden sie seit ca. 1930 zunehmend industriell erzeugt und verwendet.

So wurde PCB u.a. als Schneid- und Schmieröl, Weichmacher in Farben, Dichtmassen und Kunststoffen, als Isolier- und Imprägniermittel in der Elektroindustrie, sowie als Hydraulikflüssigkeit und Dielektrikum in Kondensatoren verwendet.

Die akute Toxizität des technischen PCB ist relativ gering, jedoch wurde aufgrund der hohen chronischen Toxizität die Anwendung seit ca. 1975 beschränkt.

Seit 1978 ist die Anwendung in offenen Systemen verboten. Seit 1983 ist die gesamte PCB-Produktion in der BRD eingestellt. In Form von Altlasten spielt PCB jedoch eine zunehmend wichtigere Rolle. 1988 berichtete das BGA (Bundesgesundheitsamt) über durch defekte Kondensatoren in Leuchtstofflampen hervorgerufene Innenraumluftbelastungen.

Daraufhin erfolgten in vielen Städten und Gemeinden umfangreiche Aktionen zum Ersatz PCB-haltiger Kondensatoren in Leuchtstofflampen gegen PCB-freie Kondensatoren. Im Anschluss daran richtete sich die Aufmerksamkeit mehr und mehr auf eine möglicherweise noch bedeutsamere PCB-Quelle in Innenräumen, nämlich PCB-haltige dauerelastische Dichtmassen.

### **4 Bewertungsgrundlagen**

#### **4.1 Bewertungsgrundlagen für PCB-Belastungen in der Raumluf- Bewertung der PCB-Summe**

Vorschläge für die Bewertung von Belastungen mit PCB in öffentlichen Gebäuden finden sich in der sogenannten PCB-Richtlinie der Argebau<sup>1</sup> aus dem Jahre 1994. Hierbei handelt es sich um eine toxikologisch basierte Bewertung die auf einer Einschätzung des früheren Bundesgesundheitsamt und die Arbeitsgemeinschaft der Leitenden Medizinalbeamten der Länder (AGLMB) beruht. Um diese PCB-Richtlinie in „geltendes Recht“ zu überführen, müssen die einzelnen Bundesländer diese über die Landesbauordnungen einführen. Dies ist in der Regel geschehen, wobei es zu teilweise zu Veränderungen in den Richtlinien gekommen ist.

Folgende Angaben zur Bewertung sind als Bewertungsmaßstab der Argebau Muster -PCB-Richtlinie zu entnehmen und sind i.a. in jeder PCB-Richtlinie aufgeführt:

1. Raumlufkonzentrationen unter 300ng PCB/m<sup>3</sup> Luft sind als langfristig tolerabel anzusehen (Vorsorgewert).

---

<sup>1</sup> Arbeitsgemeinschaft der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister der Länder (ARGEBAU), dort erarbeitet von der Projektgruppe „Schadstoffe“ der Fachkommission Baunormung

3. Bei Raumluftkonzentrationen zwischen 300 und 3.000ng PCB/m<sup>3</sup> Luft wird empfohlen, die Quelle der Raumluftverunreinigung aufzuspüren und nach Möglichkeit unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit zu beseitigen oder zumindest eine Verminderung der PCB-Konzentration (z.B. durch regelmäßiges Lüften sowie gründliche Reinigung und Entstaubung der Räume) anzustreben.
1. Der Zielwert liegt bei weniger als 300ng PCB/m<sup>3</sup> Luft.
2. Raumluftkonzentrationen oberhalb von 3.000ng PCB/m<sup>3</sup> Luft 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 unverzüglich Maßnahmen zur Verringerung der Raumluftkonzentration von PCB zu ergreifen. Die Sanierungsmaßnahmen müssen geeignet sein, die PCB-Aufnahme wirksam zu vermindern. Der Zielwert liegt auch hier bei weniger als 300ng PCB/m<sup>3</sup> Luft (Sanierungsleitwert).

Während bislang als Interventionswert zur Nutzungsaussetzung 3000 ng/m<sup>3</sup> angesehen wurden, unterscheidet die niedersächsische PCB-Richtlinie von 1996 diesen Wert von 3000 noch einmal von einem Wert von 9000 ng/m<sup>3</sup>:

Nach der PCB-Richtlinie in Niedersachsen sind Sanierungsmaßnahmen zur Abwehr einer möglichen Gefahr für Leben und Gesundheit erst dann angezeigt, wenn bei einer Aufenthaltsdauer von 24 Stunden pro Tag die Raumluftkonzentration mehr als 3000 ng/m<sup>3</sup> Luft beträgt. Bei kürzerer mittlerer Aufenthaltsdauer pro Tag sind solche Sanierungsmaßnahmen erst bei entsprechend höheren Raumluftkonzentrationen angezeigt. Dabei ist für öffentliche Gebäude wie Schulen und Kindergärten grundsätzlich von einer achtstündigen Aufenthaltsdauer auszugehen.

*Als Sanierungsleitwert wird in der niedersächsischen PCB-Richtlinie nach wie vor der Wert von 300 ng/m<sup>3</sup> angesehen.*

Gegen den in dieser Richtlinie angegebenen Wert von 9000 ng/m<sup>3</sup> ist einzuwenden, dass bei dieser Betrachtungsweise allein die inhalative PCB-Aufnahme in der Schule berücksichtigt wird. Da es jedoch auch außerhalb der Schule z.B. durch die Nahrung oder ebenfalls über die Atemluft zu einer PCB-Aufnahme kommen kann, ist eine derartige Betrachtungsweise unseres Erachtens nicht statthaft.

Eine detailliertere Betrachtung der toxikologischen Ableitung wurde 1990 vom Gesundheitsamt der Stadt Köln vorgenommen, die einen guten Einblick in die Hintergründe der Toxikologie gibt:

Tolerierbare PCB-Raumluftkonzentrationen in Innenräumen gibt es derzeit nicht. Die MAK-Werte für PCB betragen, je nach Chlorierungsgrad, 0,5 bis 1,0 mg/m<sup>3</sup> (500.000 bzw. 1.000.000 ng/m<sup>3</sup>) Raumluft. Allerdings beziehen diese sich auf die Exposition mit PCB am Arbeitsplatz.

Dies bedeutet, dass die durch den Aufenthalt in PCB-kontaminierten Gebäuden bedingte zusätzliche PCB-Belastung so gering wie möglich, auf jeden Fall aber möglichst zu vernachlässigen sein sollte. Die nun folgenden Abwägungen dienen also nicht der Abwehr konkreter Gefährdungen, sondern der Festlegung vernünftiger und verantwortbarer Sicherheitsabstände.

1. Am ehesten würde eine Nullexposition dieser Forderung entsprechen. Allerdings ist eine solche Nullexposition angesichts des ubiquitären Vorkommens der PCB völlig unrealistisch.
2. Auch eine PCB-Konzentration in der Raumluft, die derjenigen in der Außenluft entspricht (5 bis 50 ng/m<sup>3</sup>), würde keine zusätzliche Belastung bedeuten. Wie Untersuchungen in anderen Schulgebäuden zeigen, liegt in nicht wenigen untersuchten Räumen die Belastung tatsächlich in dieser Größenordnung. Hier wäre ein Handlungsbedarf nicht gegeben.

In höher belasteten Räumen wird allerdings oftmals dieser Wert nicht oder nur mit kaum zu vertretendem Aufwand zu erreichen sein.

3. Die nächst geringere, gleichwohl durchaus verantwortbare Sicherheit bietet eine PCB-Belastung in der Raumluft, die angesichts der tatsächlichen täglichen PCB-Aufnahme deutlich in den Hintergrund tritt und so als vernachlässigbar angesehen werden kann. Nach derzeitiger Auffassung von Toxikologen kann dies dann angenommen werden, wenn die zur Diskussion stehende Belastung nicht mehr als 10 % der täglichen Gesamtbelastung beträgt.

Die tatsächliche tägliche Gesamtbelastung in der Bundesrepublik wird derzeit im günstigen Fall mit 10 % des TDI-Wertes (Tolerable Daily Intake = duldbare tägliche Aufnahme), also mit 0,1 µg (= 100 ng) pro kg Körpergewicht angenommen. Legt man nun den Überlegungen ein Modellkind zugrunde, das 35 kg schwer ist und in 24 Stunden 10 m<sup>3</sup> Luft atmet, so kann man folgende Berechnung anstellen:

Das Kind wird täglich etwa 3,5 µg PCB mit der Nahrung aufnehmen. Die PCB-Aufnahme mit der Atemluft sollte 10 % hiervon nicht überschreiten (0,35 µg bzw. 350 ng). Unter der Annahme eines täglichen Aufenthaltes in dem jeweiligen Gebäude von 8 Stunden (= 1/3 von 24 Stunden) sollte dann der PCB-Gehalt in der Raumluft ca. 100 ng/m<sup>3</sup> nicht übersteigen. Dieser Wert wird als Vorsorgewert für die Innenraumluftbelastung derzeit in Schleswig-Holstein diskutiert. Ihm liegt neben der hier wiedergegebenen Überlegung die Erfahrung zugrunde, dass nach Kondensatorleckagen (also verhältnismäßig kurz andauernden Verunreinigungen) die Belastung der Raumluft durch umfassende Reinigungsmaßnahmen unter diesen Wert abgesenkt werden konnte.

4. Akzeptiert man einen wiederum um eine Stufe geringeren Sicherheitsabstand, gelangt man zu folgenden, nunmehr am TDI-Wert (s.o.) orientierenden Überlegungen:

Der TDI-Wert für das 35 kg schwere Schulkind beträgt 1 µg pro kg, also 35 µg. Die PCB-Aufnahme durch die Atemluft soll 10 % des TDI-Wertes nicht überschreiten (3,5 µg oder 3.500 ng). Unterstellt man, dass das Modellkind 24 Stunden in einer gleichermaßen belasteten Atmosphäre zubringt, dürfte die Luft mit maximal 350 ng/m<sup>3</sup> (3500 ng: 10 m<sup>3</sup> tägl. Atemvolumen) belastet sein. Ein hieran orientierter Vorsorgewert von max. 300 ng/m<sup>3</sup> für die Innenraumluft wird derzeit diskutiert. Er ist auch unserer Auffassung nach noch vertretbar.

5. Eine weitere, kaum noch vertretbare Einschränkung der gesundheitlichen Vorsorge würde berücksichtigen, dass das Modellkind sich nur max. 8 Stunden täglich in den betroffenen Räumen aufhält. Wenn man des weiteren annimmt, dass dieses Kind den Rest des Tages nicht mit kontaminierter Luft belastet wird, so könnte die PCB-Konzentration in der Raumluft bis maximal 1000 ng/m<sup>3</sup> betragen, ohne dass in 8 Stunden Aufenthaltsdauer 10 % des TDI-Wertes überschritten würde.

Wohlgemerkt: Selbst bei diesem Wert müssten nach heutigem Kenntnisstand noch keine konkreten Gesundheitsgefahren befürchtet werden. Der oben empfohlene vernünftige Sicherheitsabstand wäre jedoch kaum noch gewährleistet.

Ein aus Vorsorgegesichtspunkten verantwortbarer Sanierungsleitwert für PCB-Raumluftbelastungen in Schulen dürfte nach unserer Auffassung daher im Bereich von 100 bis 300 ng/m<sup>3</sup> liegen.

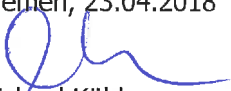
## **5 Fazit und Empfehlungen**

In der Raumluft der Räume B 1235 und A 1160 im GW 1 wurden zum Zeitpunkt der Messung 220 bzw. 230 ng/m<sup>3</sup> nachgewiesen.

Der Vorsorge-orientierte Richtwert der PCB-Richtlinie bleibt somit unterschritten.

Aktuell ist kein weiterer Handlungsbedarf erkennbar.

Bremen, 23.04.2018



Michael Köhler,  
Diplombiologe

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die geprüften Probenmaterialien. Der UNTERSUCHUNGSBERICHT bestehend aus TEIL 1 BEFUNDUNG und TEIL 2 ANALYSENBERICHT darf nur vollständig, bzw. nach Absprache mit dem Bremer Umweltinstitut auszugsweise, wiedergegeben werden.

## UNTERSUCHUNGSBERICHT

### TEIL 2: ANALYSENBERICHT

#### 1 Auftragsbeschreibung

<b>Auftraggeber:</b>	Universität Bremen Frau Enders Bibliothekstraße 1-3 28235 Bremen
<b>Auftragsdatum:</b>	10.04.2018
<b>Auftragnehmer:</b>	Bremer Umweltinstitut Gesellschaft für Schadstoffanalysen und Begutachtung mbH Fahrenheitstraße 1 28359 Bremen
<b>Prüfberichtsnummer:</b>	K 6791 BB
<b>Probeneingang:</b>	10.04.2018
<b>Prüfzeitraum:</b>	11.04.2018 bis 18.04.2018
<b>Probenahmeort:</b>	GW 1
<b>Probenehmer:</b>	Lars Röhrs und Harun Cakir, beide Bremer Umweltinstitut.

#### 1.1 Probenbeschreibung

Probennummer	Bezeichnung	Probenmenge	Prüfziel
K 6791 BB - 1	<i>Luftprobe</i> 1.OG, Raum B 1235	Volumen 5.040 Liter	PCB
K 6791 BB - 2	<i>Luftprobe</i> 1.OG, Raum A1160	Volumen 4.868 Liter	PCB

#### 2 Prüfverfahren

##### 2.1 Vorbereitung und Durchführung der Probenahme

Zur Vorbereitung der Luftprobenahme war mit dem Auftraggeber folgendes vereinbart worden: Fenster und Türen der zu untersuchenden Räume sollten vor der Begehung über eine Dauer von ca. acht Stunden geschlossen gehalten werden. In den Räumen sollte während dieser Frist nicht geraucht werden. Die Raumtemperatur sollte ca. 20 °C betragen. Die Probenahme erfolgt nach Möglichkeit in der Mitte des Raumes in einer Höhe 1 bis 1,5 m (nach VDI 4300 Blatt 1).

## 2.2 Prüfverfahren zur Untersuchung von Raumlufthproben auf PCB

1. Probenahme nach VDI 4300 Blatt 2:1997-12 auf PU-Schaum und Glasfaserfilter (Zugabe von isoto-  
penmarkiertem PCB 28, nach der Probenahme von PCB 209 und isoto-  
penmarkiertem PCB 153 als in-  
terne Standards)
2. Soxhlet-Extraktion mit n-Hexan
3. Einengung des Extraktes unter Zuhilfenahme von n-Nonan als Keepersubstanz
4. Aufreinigung mit konzentrierter Schwefelsäure
5. Trennung, Identifizierung und Quantifizierung kapillargaschromatographisch mit GC-MS

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Klimatische Parameter

Probennummer	Probenahmeort	Messbeginn		Messende	
		Temperatur [°C]	rel. Luftfeuchte [%]	Temperatur [°C]	rel. Luftfeuchte [%]
<b>K 6791 BB - 1</b>	1.OG, Raum B 1235	22,8	43	22,8	44
<b>K 6791 BB - 2</b>	1.OG, Raum A 1160	24,3	42	23,9	43
<b>Außenluft</b>		19,4	61	18,3	65

### 3.2 Ergebnisse der Untersuchung der Luftproben auf PCB

Parameter	<b>K 6791 BB - 1</b> 1.OG, Raum B 1235 [ng/m <sup>3</sup> ]	<b>K 6791 BB - 3</b> 1.OG, Raum A1160 [ng/m <sup>3</sup> ]	<b>NG</b> [ng/m <sup>3</sup> ]
PCB 28	1,7	1,3	0,3
PCB 52	34	32	0,3
PCB 101	9,4	10	0,5
PCB 138	n.n.	n.n.	0,5
PCB 153	n.n.	0,5	0,5
PCB 180	n.n.	n.n.	0,7
<b>Summe PCB</b>	<b>230</b>	<b>220</b>	
PCB 118	0,9	1,3	0,5

NG = Nachweisgrenze  
 ng = Nanogramm; 1 Milliardstel Gramm

n.n. = nicht nachweisbar  
 ng/m<sup>3</sup> = Nanogramm pro Kubikmeter

Die Angabe des PCB-Gesamtgehaltes erfolgt in Konvention an die ehemalige LAGA als 5-fache Summe der PCB-Kongenere 28, 52, 101, 138, 153 und 180 in ng/m<sup>3</sup> (Nanogramm je Kubikmeter)



K 6791 BB

TEIL 1: BEFUNDUNG

TEIL 2: ANALYSENBERICHT - SEITE 3 VON 3

**- Ende des ANALYSENBERICHTS -**

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich nur auf die geprüften Prüfgegenstände. Der UNTERSUCHUNGSBERICHT bestehend aus TEIL 1 BEFUNDUNG und TEIL 2 ANALYSENBERICHT darf nur vollständig, bzw. nach Absprache mit dem Bremer Umweltinstitut auszugsweise, wiedergegeben werden.

Mit freundlichen Grüßen  
Bremer Umweltinstitut



Florian Nitschke,  
Dipl. Chemiker, Prüfleiter