

RWTH AACHEN UNIVERSITY UNIVERSITÄTSKLINIKUM AACHEN

## Grundlagen zu den Polychlorierten Biphenylen und Zwischenergebnisse der Blutuntersuchungen




Univ.-Prof. Dr. med. Thomas Kraus  
Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, RWTH Aachen University

RWTH AACHEN UNIVERSITY UNIVERSITÄTSKLINIKUM AACHEN

## Ausgangssituation

- 1991 Messung von Luftkonzentrationen in Räumen der Schule < 300 ng/m<sup>3</sup>
- 2013 Messung erhöhter Luftkonzentrationen in Räumen der Schule, z.T. über 3000 ng/m<sup>3</sup>
- Quellen: v.a. Fugendichtmassen, lasierte Holzvertäfelung (Materialmessungen)
- Komplette Sperrung der Häuser A und B in den Sommerferien 2013
- Schaffung von Ersatzräumen
- Seitdem Probesanierungen



Quelle:  
<http://herder.giessen.schule.hessen.de/>

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA),  
Universitätsklinikum RWTH Aachen

RWTH AACHEN UNIVERSITY UNIVERSITÄTSKLINIKUM AACHEN

## Beispiel für eine Materialmessung

*Bezeichnung*  
Fugendichtmasse (FDM) unter Fenster Raum 134

PCB 28	86	mg/kg
PCB 52	900	mg/kg
PCB 101	1700	mg/kg
PCB 153	1500	mg/kg
PCB 138	2100	mg/kg
PCB 180	370	mg/kg
Summe der 6 Verbindungen	6660	mg/kg
<b>Summe nach LAGA</b>	<b>33.300</b>	<b>mg/kg</b>

Interpretation:  
„höherchlorierte“ PCB`s 138 und 153 dominant im Material  
„niedrigchlorierte“ v.a. PCB 101, kaum PCB 28

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA),  
Universitätsklinikum RWTH Aachen

RWTH AACHEN UNIVERSITY UNIVERSITÄTSKLINIKUM AACHEN

## Beispiel für eine Luftmessung

<i>Bezeichnung</i>	<i>Volumen</i>
HSG/L6/Raum 218	1,467 m <sup>3</sup>
PCB 28	66 ng/m <sup>3</sup>
PCB 52	760 ng/m <sup>3</sup>
PCB 101	420 ng/m <sup>3</sup>
PCB 153	34 ng/m <sup>3</sup>
PCB 138	33 ng/m <sup>3</sup>
PCB 180	<1 ng/m <sup>3</sup>
Summe der 6 Verbindungen	1.310 ng/m <sup>3</sup>
<b>Summe nach LAGA</b>	<b>6.550 ng/m<sup>3</sup></b>

Interpretation:  
„höherchlorierte“ PCB`s werden kaum in der Luft nachgewiesen  
„niedrigchlorierte“ v.a. PCB 52 und PCB 101

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA),  
Universitätsklinikum RWTH Aachen

**PCB Richtlinie Hessen, November 1993**

- langfristig tolerabel                      PCB < **300** ng/m<sup>3</sup>
- Mittelfristiger Handlungsbedarf      PCB **300** bis **3.000** ng/m<sup>3</sup>
- Interventionswert                              PCB > **3.000** ng/m<sup>3</sup>

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA),  
Universitätsklinikum RWTH Aachen

**Nachteile der PCB-Richtlinie Hessen**

- PCB-Raumluftkonzentration zeigt starke Schwankungen in Abhängigkeit von Temperatur, Partikelbindung, ...
- Berücksichtigt nicht die individuelle tägliche Aufenthaltszeit und die Gesamtaufenthaltsdauer
- Keine Berücksichtigung unterschiedlicher Körpergewichte
- Geht von hoher körperlicher Belastung (hohes Atemvolumen) aus
- Legt 100 prozentige Resorption zugrunde

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA),  
Universitätsklinikum RWTH Aachen

**Biomonitoring**

Unter Biomonitoring versteht man

- die Messung eines Arbeitsstoffes,
- seiner Metaboliten und/oder
- seiner Wirkung

direkt im exponierten Organismus

```

    graph TD
      BM[Belastungs-Monitoring  
z.B.: Blei (Blut)]
      EM[Effekt-Monitoring  
z.B.: Hb-Addukte]
      BSM[Beanspruchungs-Monitoring  
z.B.: d-Aminolaevulinsäure (Harn)]
      BM -.-> EM
      EM -.-> BSM
  
```

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA),  
Universitätsklinikum RWTH Aachen

**Welche PCB`s werden gemessen?**

„niederchlorierte“ PCBs (3-5 Chloratome):

PCB 28                      PCB 52                      PCB 101

„höherchlorierte“ PCBs (> 6 Chloratome):

PCB 138                      PCB 153                      PCB 180

- nach Konvention werden (von 209 möglichen) diese 6 „Indikator-PCBs“ gemessen

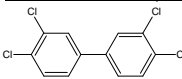
**Cave! Expositionen erfolgen immer mit den Gemischen, also nicht „nur“ diese 6 Kongenere**

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA),  
Universitätsklinikum RWTH Aachen

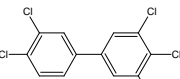
**Was sind „koplanare“ PCBs?**

**Strukturähnlichkeiten mit TCDD => „Toxizitäts-Äquivalenz-Faktoren“ (TEFs)**

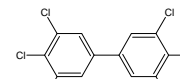
**„non-ortho“-PCBs (n=4)**



**PCB 77**  
TEF: 0,0001

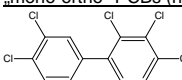


**PCB 126**  
TEF: 0,1

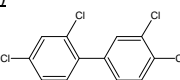


**PCB 169**  
TEF: 0,03

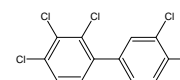
**„mono-ortho“-PCBs (n=8)**



**PCB 105**  
TEF: 0,00003



**PCB 118**  
TEF: 0,00003



**PCB 156**  
TEF: 0,00003

9

**Aufnahme in den Körper**

- über die Luft:  
v. a. niedrig chlorierte: z.B. aus Weichmachern, Fugenmassen
- über die Haut  
bei Kontakt sehr gut resorbierbar
- über die Nahrung  
v. a. höher chlorierte: z.B. fettthaltige tierische Speisen, Meeresfrüchte, Milch(produkte)

10

**Verbleib im Körper und Ausscheidung**

**Biologische Halbwertszeit:**

- höher chlorierte PCB: Jahre bis Jahrzehnte
- niedrig chlorierte PCB: Monate bis Jahre

➔ Anreicherung höher chlorierter PCB mit zunehmendem Lebensalter  
Ausscheidung hauptsächlich über die Galle und Darm / Stuhl

➔ Niedrig chlorierte PCB: schnellere Verstoffwechslung  
Bildung von Stoffwechselprodukten, die z.T. über die Niere ausgeschieden werden können

Seite 11

**Potentielle Gesundheitseffekte durch PCB`s**

Zielstrukturen bzw. mögliche Effekte:  
(Alle möglichen Effekte treten mit höherer Wahrscheinlichkeit bei höheren Belastungen auf und sind damit dosisabhängig, ein unbedenklicher „Schwellenwert“ und damit ein gesundheitsbasierter Grenzwert kann derzeit für alle PCB`s noch nicht angegeben werden).

- Nervensystem (z.B. Entwicklungsstörungen (Kinder), Feinmotorik, Polyneuropathie)
- Immunsystem (z.B. autoimmune Effekte aber auch Mangelerscheinungen)
- Hormonhaushalt (z.B. Unterfunktion der Schilddrüse, Störungen des Zuckerstoffwechsels)
- Haut (z.B. Chlorakne, Pigmentstörungen)
- Leber (z.B. Änderungen des Stoffwechsels, Funktionsstörungen)
- Krebs (Malignes Melanom? Vgl. IARC 15.03.2013)
- Psyche (z.B. Besorgnis, Angst, Depression)

12

**AACHEN RWTH AACHEN UNIVERSITY**

### Carcinogenicity of polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls


In February 2013, 26 experts from 12 countries met at the International Agency for Research on Cancer (IARC), Lyon, France, to reassess the carcinogenicity of polychlorinated biphenyls (PCBs) and polybrominated biphenyls (PBBs). These assessments will be published as volume 107 of the IARC Monographs.<sup>1</sup>

PCBs are a class of aromatic compounds comprising 209 congeners, each containing one to ten chlorine atoms attached to a biphenyl nucleus. Technical PCB products, which were

PCB congeners can be categorized by their degree of chlorination, substitution pattern, and binding affinity to receptors. 12 congeners with a strong affinity for the aryl hydrocarbon receptor (AHR) are referred to as dioxin-like PCBs. PCBs are readily absorbed and distributed in the body, and accumulate in adipose tissue. Biotransformation of all PCB congeners starts with cytochrome P450-dependent mono-oxygenation. Low-chlorinated PCBs are readily metabolised into highly reactive electrophilic species (ie, arene

via AHR-independent mechanisms, including metabolic activation. Both low-chlorinated and high-chlorinated PCBs are associated with chronic inflammatory responses. Non-dioxin-like PCBs can stimulate the production of inflammatory mediators, whereas dioxin-like PCBs can inhibit such reaction. By contrast, some dioxin-like PCBs, but not non-dioxin-like PCBs, can compromise the normal function of the vascular endothelium.

PCBs target the endocrine system. Several models have shown direct



Published Online  
March 15, 2013  
<http://dx.doi.org/10.1056/NEJM20130315049>  
For more on the IARC Monographs see <http://monographs.iarc.fr/>

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA), Universitätsklinikum RWTH Aachen

13

**AACHEN RWTH AACHEN UNIVERSITY**

### Werte zur Beurteilung der Belastung

Luft (DFG)

**Grenzwert am Arbeitsplatz (MAK)** für Summe von PCB's mit  $\geq$  vier Chloratomen (PCB 52, 101, 138, 153, 180)

**3000 ng/m<sup>3</sup>**

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA), Universitätsklinikum RWTH Aachen

14

**AACHEN RWTH AACHEN UNIVERSITY**

### Ihr Biomonitoringbefund

- Allgemeines Begleitschreiben
  - PCB's aus Nahrung und Luft
  - Werte zur Beurteilung (statistische und gesundheitsbasierte Werte)
- Individuelle Meßwerte und Werte zur Beurteilung
  - Indikator PCBs
  - koplanare PCBs

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA), Universitätsklinikum RWTH Aachen

15

**AACHEN RWTH AACHEN UNIVERSITY**

### Ihr Befund Teil I individuelle Meßwerte

**Ergebnisse†**

	Aktuelle laborinterne Vergleichswerte (2004) Altersgruppe 10-19 Jahre [1]§	Referenzwerte (Vollblut)§ Umweltbundesamt (1998), § Altersgruppe 7-14 Jahren	BAF § (DFG, 2011)§
PCB 28 [µg/L Plasma]§	<0,01§	—§	0,02§
PCB 52 [µg/L Plasma]§	<0,01§	—§	<0,01§
PCB 101 [µg/L Plasma]§	<0,01§	—§	<0,01§
PCB 138 [µg/L Plasma]§	0,33§	0,38§	—§
PCB 153 [µg/L Plasma]§	0,47§	0,54§	1,0§
PCB 180 [µg/L Plasma]§	0,314§	0,35§	—§
Summe PCB [µg/L Plasma]§	1,132§	1,28§	3,2§
∑ [PCB 138 + 153 + 180] * 2§			Humanbiomonitoring-(HBM)-Werte† (3,5 µg/L bzw. 7,0 µg/L)§

† Für die Altersgruppe 7-14 sind nur Referenzwerte im Vollblut vorhanden. Die Messwerte im Vollblut liegen bei etwa 50% der Werte im Plasma!§

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA), Universitätsklinikum RWTH Aachen

16

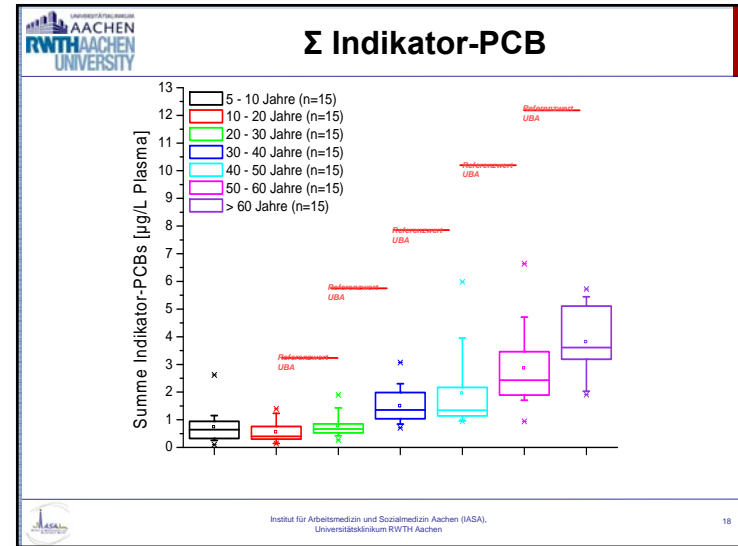
### Ihr Befund Teil I Referenzwerte des Umweltbundesamts (alt)

**Ergebnisse**

Substanz	Aktuelle laborinterne Vergleichswerte (2004) Altersgruppe 10-19 Jahre (1)µ	Referenzwerte (Vollobut) Umweltbundesamt (1998), Altersgruppe 7-14 Jahren	BAR (DFG, 2011)µ
PCB 28 [µg/L Plasma]µ	<0,01µ	—µ	0,02µ
PCB 52 [µg/L Plasma]µ	<0,01µ	—µ	<0,01µ
PCB 101 [µg/L Plasma]µ	<0,01µ	—µ	<0,01µ
PCB 138 [µg/L Plasma]µ	0,333µ	0,38µ	—µ
PCB 153 [µg/L Plasma]µ	0,470µ	0,54µ	1,0µ
PCB 180 [µg/L Plasma]µ	0,314µ	0,35µ	—µ
Summe PCB [µg/L Plasma]µ	1,132µ	1,28µ	—µ
Σ PCB 138 + 153 + 180) * 2µ	2,235µ	Humanbiomonitoring (HBM)-Werte (3,5 µg/l bzw. 7,0 µg/l)µ	—µ

Für die Altersgruppe 7-14 Jahre sind nur Referenzwerte im Vollblut vorhanden. Die Messwerte im Vollblut liegen bei etwa 50% der Werte im Plasma!

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA),  
Universitätsklinikum RWTH Aachen



### Ihr Befund Teil I Vergleichswerte des IASA

**Ergebnisse**

Substanz	Aktuelle laborinterne Vergleichswerte (2004) Altersgruppe 10-19 Jahre (1)µ	Referenzwerte (Vollobut) Umweltbundesamt (1998), Altersgruppe 7-14 Jahren	BAR (DFG, 2011)µ
PCB 28 [µg/L Plasma]µ	<0,01µ	—µ	0,02µ
PCB 52 [µg/L Plasma]µ	<0,01µ	—µ	<0,01µ
PCB 101 [µg/L Plasma]µ	<0,01µ	—µ	<0,01µ
PCB 138 [µg/L Plasma]µ	0,333µ	0,38µ	—µ
PCB 153 [µg/L Plasma]µ	0,470µ	0,54µ	1,0µ
PCB 180 [µg/L Plasma]µ	0,314µ	0,35µ	—µ
Summe PCB [µg/L Plasma]µ	1,132µ	1,28µ	—µ
Σ PCB 138 + 153 + 180) * 2µ	2,235µ	Humanbiomonitoring (HBM)-Werte (3,5 µg/l bzw. 7,0 µg/l)µ	—µ

Für die Altersgruppe 7-14 Jahre sind nur Referenzwerte im Vollblut vorhanden. Die Messwerte im Vollblut liegen bei etwa 50% der Werte im Plasma!

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA),  
Universitätsklinikum RWTH Aachen

### Ihr Befund Teil I Referenzwerte der DFG

**Ergebnisse**

Substanz	Aktuelle laborinterne Vergleichswerte (2004) Altersgruppe 10-19 Jahre (1)µ	Referenzwerte (Vollobut) Umweltbundesamt (1998), Altersgruppe 7-14 Jahren	BAR (DFG, 2011)µ
PCB 28 [µg/L Plasma]µ	<0,01µ	—µ	0,02µ
PCB 52 [µg/L Plasma]µ	<0,01µ	—µ	<0,01µ
PCB 101 [µg/L Plasma]µ	<0,01µ	—µ	<0,01µ
PCB 138 [µg/L Plasma]µ	0,333µ	0,38µ	—µ
PCB 153 [µg/L Plasma]µ	0,470µ	0,54µ	1,0µ
PCB 180 [µg/L Plasma]µ	0,314µ	0,35µ	—µ
Summe PCB [µg/L Plasma]µ	1,132µ	1,28µ	—µ
Σ PCB 138 + 153 + 180) * 2µ	2,235µ	Humanbiomonitoring (HBM)-Werte (3,5 µg/l bzw. 7,0 µg/l)µ	—µ

Für die Altersgruppe 7-14 Jahre sind nur Referenzwerte im Vollblut vorhanden. Die Messwerte im Vollblut liegen bei etwa 50% der Werte im Plasma!

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA),  
Universitätsklinikum RWTH Aachen

**Werte zur Beurteilung im Blut  
„Niedrig chlorierte“ PCB`s**

Biologischer Arbeitsstoffreferenzwert (BAR) der DFG (2012):

- ➔ Werte > 0,02 µg/L für PCB 28 sind als „auffällig“ zu betrachten
- ➔ Werte > 0,01 µg/L für PCB 52 sind als „auffällig“ zu betrachten
- ➔ Werte > 0,01 µg/L für PCB 101 sind als „auffällig“ zu betrachten

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA) 21  
 Universitätsklinikum RWTH Aachen

**Ihr Befund Teil I  
HBM-Werte des Umweltbundesamts**

**Ergebnisse**

	Aktuelle laborinterne Vergleichswerte (2004) Altersgruppe 10-19 Jahre [1]a	Referenzwerte (Vollobst) Umweltbundesamt (1998) Altersgruppe 7-14 Jahren	BAR (DFG, 2011) [2]a
PCB 28 [µg/L Plasma]a	<0,01a	—	0,02a
PCB 52 [µg/L Plasma]a	<0,01a	—	<0,01a
PCB 101 [µg/L Plasma]a	<0,01a	—	<0,01a
PCB 138 [µg/L Plasma]a	0,33a	0,38a	—
PCB 153 [µg/L Plasma]a	0,47a	0,54a	—
PCB 180 [µg/L Plasma]a	0,31a	0,36a	—
Summe PCB [µg/L Plasma]a	1,12a	1,28a	—
Σ PCB 138 + 153 + 180 * 2a	2,235a	Humanbiomonitoring-(HBM)-Werte (2,0 µg/L bzw. 2,0 µg/L)a	

Für die Altersgruppe 7-14 Jahre sind nur Referenzwerte im Vollblut vorhanden. Die Messwerte im Vollblut liegen bei etwa 50% der Werte im Plasma!

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA) 22  
 Universitätsklinikum RWTH Aachen

**Humanbiomonitoringwerte des Umweltbundesamts  
(Säuglinge, Kleinkinder, Frauen in gebärfähigem Alter)**

HBM I Bei Unterschreitung dieser Konzentration ist nach dem aktuellen Stand der Bewertung durch die Kommission nicht mit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung zu rechnen.  
**3,5 µg PCBgesamt/L Serum**

HBM II Bei Überschreitung dieser Konzentration ist eine für die betroffenen Risikogruppen als relevant anzusehende gesundheitliche Beeinträchtigung möglich.  
**7 µg PCBgesamt/L Serum**

Bundesgesundheitsbl 2012 · 55:1069-1070

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA) 23  
 Universitätsklinikum RWTH Aachen

**Ergebnisse Herder Schule Giessen  
„Niedrig chlorierte“ PCB`s**

Biologischer Arbeitsstoffreferenzwert (BAR) der DFG (2012):

- ➔ Werte > 0,02 µg/L für PCB 28 sind als „auffällig“ zu betrachten 6,0%  
N=34/571
- ➔ Werte > 0,01 µg/L für PCB 52 sind als „auffällig“ zu betrachten 44,0%  
N=251/571
- ➔ Werte > 0,01 µg/L für PCB 101 sind als „auffällig“ zu betrachten 44,7%  
N=255/571

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA) 24  
 Universitätsklinikum RWTH Aachen

Stand: 21.02.14

**Vergleich verschiedener Gruppen mit Innenraumbelastungen**

		A (n=234)	B (n=596)	C (n=147)	D (n=161)	E (n=463)	Giessen (n=571)
PCB 28 (µg/L Plasma)	Median	0.087	0.089	0.035	0.015	0.027	<NWG
	95. Perz.	0.352	0.344	0.243	0.044	0.098	0.021
	Max.	0.878	0.563	0.547	0.867	0.429	0.075
PCB 52 (µg/L Plasma)	Median	0.024	0.014	0.015	< NWG	0.012	<NWG
	95. Perz.	0.091	0.058	0.056	0.024	0.040	0.024
	Max.	0.426	0.236	0.130	0.065	0.113	0.083
PCB 101 (µg/L Plasma)	Median	0.012	< NWG	< NWG	< NWG	0.011	<NWG
	95. Perz.	0.046	0.016	0.029	0.020	0.030	0.019
	Max.	0.123	0.212	0.077	0.036	0.078	0.041

Stand: 21.02.14

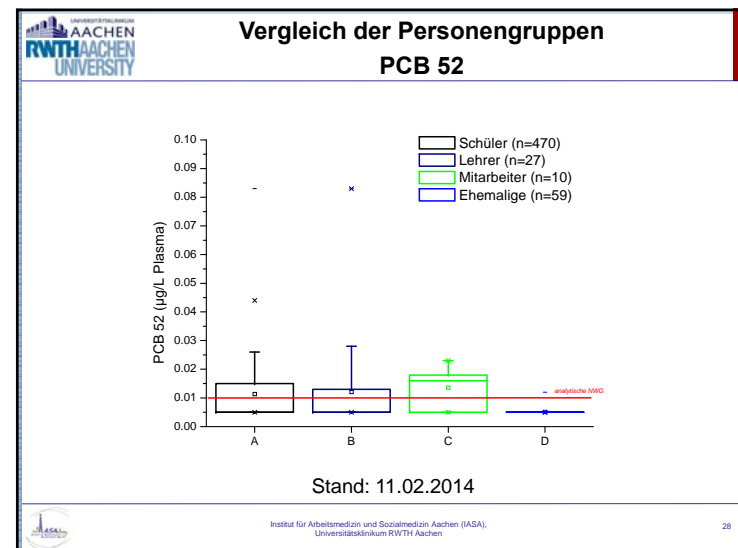
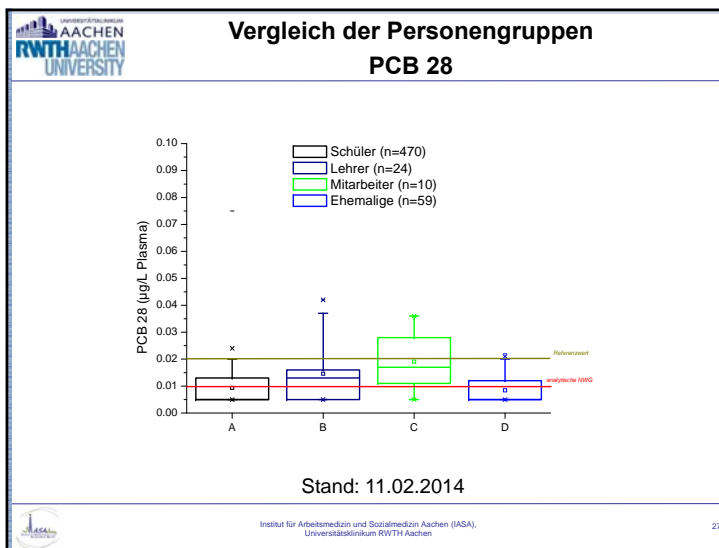
25 Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA), Universitätsklinikum RWTH Aachen

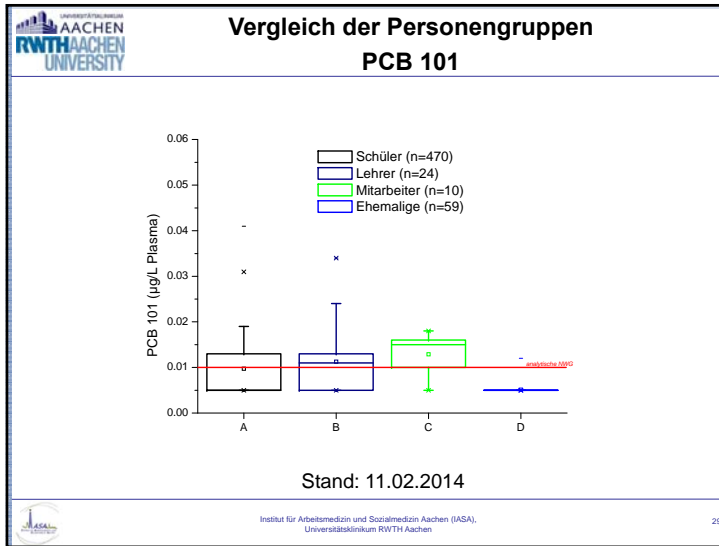
**Vergleich verschiedener Gruppen mit Innenraumbelastungen**

		A (n=234)	B (n=596)	C (n=147)	D (n=161)	E (n=463)	Giessen (n=571)
PCB 28 (µg/L Plasma)	Median	0.087	0.089	0.035	0.015	0.027	<NWG
	95. Perz.	0.352	0.344	0.243	0.044	0.098	0.021
	Max.	0.878	0.563	0.547	0.867	0.429	0.075
PCB 52 (µg/L Plasma)	Median	0.024	0.014	0.015	< NWG	0.012	<NWG
	95. Perz.	0.091	0.058	0.056	0.024	0.040	0.024
	Max.	0.426	0.236	0.130	0.065	0.113	0.083
PCB 101 (µg/L Plasma)	Median	0.012	< NWG	< NWG	< NWG	0.011	<NWG
	95. Perz.	0.046	0.016	0.029	0.020	0.030	0.019
	Max.	0.123	0.212	0.077	0.036	0.078	0.041

Stand: 21.02.14

26 Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA), Universitätsklinikum RWTH Aachen





### Ihr Befund Teil II Meßwerte für die koplarenen PCBs

#### Ergebnisse-koplanare-PCB¶

PCB	Aktuelle laborinterne Vergleichswerte (2004) Altersgruppe 11-20 Jahre (n=15) [1]¶		
	Maximal-Werte	95. Perzentile	Maximal-Werte
PCB 77 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶
PCB 81 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶
PCB 105 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶
PCB 114 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶
PCB 118 [µg/L Plasma]¶	0,025¶	0,044¶	0,045¶
PCB 123 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶
PCB 126 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶
PCB 156 [µg/L Plasma]¶	0,030¶	0,061¶	0,076¶
PCB 157 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	0,015¶
PCB 167 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	0,022¶	0,027¶
PCB 169 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶
PCB 189 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA),  
 Universitätsklinikum RWTH Aachen

### Ihr Befund Teil III Vergleichswerte des IASA

#### Ergebnisse-koplanare-PCB¶

PCB	Aktuelle laborinterne Vergleichswerte (2004) Altersgruppe 11-20 Jahre (n=15) [1]¶		
	Maximal-Werte	95. Perzentile	Maximal-Werte
PCB 77 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶
PCB 81 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶
PCB 105 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶
PCB 114 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶
PCB 118 [µg/L Plasma]¶	0,025¶	0,044¶	0,045¶
PCB 123 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶
PCB 126 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶
PCB 156 [µg/L Plasma]¶	0,030¶	0,061¶	0,076¶
PCB 157 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	0,015¶
PCB 167 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	0,022¶	0,027¶
PCB 169 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶
PCB 189 [µg/L Plasma]¶	<0,01¶	<0,01¶	<0,01¶

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA),  
 Universitätsklinikum RWTH Aachen

### Weitere Befunde

Bezug zu HBM I und II-Werten des Umweltbundesamts

	>3,5µg/l	>7µg/l
Schüler	0,2%	0,2%
Lehrer	18,2%	4,5%
Mitarbeiter	10%	-
Ehemalige	5,9%	1,9%

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA),  
 Universitätsklinikum RWTH Aachen



**Zusammenfassung**

Eindeutige Zusatzbelastung im Blut durch die Innenraumbelastung bei ca. 45% der untersuchten Personen nachweisbar

PCB 52 und 101 sind die dominanten Kongenere (plausibel passend zu Quellen in der Schule)

Innere Belastungen gering über der analytischen Nachweisgrenze

Belastungen bei Mitarbeitern > Lehrer > Schüler > Ehemalige

Bei Ehemaligen ist keine vermehrte innere Belastung mehr nachweisbar

Innere Belastung wird nach Stopp der externen Belastung in 1-5 Jahren nicht mehr nachweisbar sein

33

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA), Universitätsklinikum RWTH Aachen

**Zusammenfassung**

Ursächliche Zusammenhänge mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen können in dem objektivierten Konzentrationsbereich nicht nachgewiesen werden

Aus präventiven Gesichtspunkten ist eine Sanierung der Gebäude sinnvoll und notwendig (Ziel: Luftkonzentration < 300 ng/m<sup>3</sup>)

Humanbiomonitoring hat wesentliche Zusatzinformationen für die Risikobewertung erbracht

34

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin Aachen (IASA), Universitätsklinikum RWTH Aachen

**RWTH AACHEN UNIVERSITY** **UNIVERSITÄTSKLINIKUM AACHEN**

**Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!**



Univ.-Prof. Dr. med. Thomas Kraus  
 Institut für Arbeitsmedizin u. Sozialmedizin, Universitätsklinikum der RWTH Aachen