

UNIV.-PROF. DR. MED. THOMAS KRAUS 52074 AACHEN, 09.07.12 ko

Direktor des Instituts und der Poliklinik
für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin
Universitätsklinikum Aachen

Pauwelsstraße 30
Telefon (0241) 80 88 88 1
Telefax (0241) 80 82 58 7
email: thomas.kraus@post.rwth-aachen.de

**Wissenschaftlich begründetes
arbeitsmedizinisches und umweltmedizinisches Gutachten nach
Aktenlage
über**

**PCB-Belastungen in der
Dreikönigen-Schule, Weberstr. 90 in 41464 Neuss**

Auftraggeber: Stadt Neuss
Schulverwaltungsamt
Rheinstraße 18
41460 Neuss

Sachbearbeiter: Univ.-Prof. Dr. med. Thomas Kraus
Facharzt für Arbeitsmedizin
Umweltmedizin

Reg.-Nummer: 001-TK

Gutachten genießen den Schutz des Urheberrechtsgesetzes (§ 1, 2, 11, 15 des UrHG vom 09.09.1965, BGBl, I, Seite 1273). Sie dürfen daher nur für den Zweck, für den sie erstellt wurden, verwandt werden. Dies ist auch bei Weitergabe an die Beteiligten und Dritte zu beachten.

Gemäß Aufforderung vom 29.06.2012 erstatte ich dem Schulverwaltungsamt der Stadt Neuss, das nachfolgende eingehende, wissenschaftliche begründete,

**arbeitsmedizinische und umweltmedizinische
gutachterliche Stellungnahme nach Aktenlage.**

Sie stützt sich auf

- Ergebnisse von Raumlufmessungen auf polychlorierte Biphenyle von der biomess Ingenieurbüro GmbH vom 24.02.2012,
- ein Schreiben vom 20.03.2012 von Herrn Professor Dr. Ewers, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets,
- eine E-Mail von Herrn Dr. Martin Kraft, Landesamt für Natur-, Umwelt- und Verbraucherschutz NRW, Essen vom 16.05.2012,
- Musterbrief einer Beurteilung der Ergebnisse der Blutuntersuchungen auf Blei und PCB bei Lehrerinnen und Lehrern der Dreikönigen-Schule in Neuss von Herrn Professor Dr. Ewers vom 21.03.2012,
- eine vorläufige Evaluation zu einem wissenschaftlichen medizinischen Gutachten von Herrn Dr. med. Bruckermann vom 22.04.2012
- sowie auf die Kenntnis der einschlägigen wissenschaftlichen Literatur.

Zusammenfassung der vorliegenden Aktenunterlagen:

1. Bericht der biomess Ingenieurbüro GmbH 2012-02-066 vom 24.02.2012:

Im Rahmen der durchgeführten Raumluftmessungen wurden 38 Proben gewonnen. Die Randbedingungen der Raumlufprobennahmen sind exakt beschrieben, die Probenahme und die Analysen wurden unter Einhaltung von Qualitätssicherungsmaßnahmen vorgenommen. Angegeben sind die Innenraumtemperaturen, die Außentemperatur zum Messzeitpunkt ist nicht dokumentiert. 9 der 38 Untersuchungen dokumentieren Raumluftbelastungen unter 300 ng/m^3 . 29 Raumluftkonzentrationen liegen zwischen 300 und 3.000 ng/m^3 . Über 3.000 ng/m^3 wurden nicht gemessen. Der Maximalwert beträgt 2.133 ng/m^3 und wurde im Flur des Erdgeschosses gemessen. Höherchlorierte Kongenere und PCB 118 als Vertreter der dioxinähnlichen/coplanaren Kongenere wurden in keiner der Raumluftproben gemessen. Das Spektrum der Kongenerenmuster zeigt einen Schwerpunkt bei PCB 28 und 52, also 2 niedrigchlorierten Kongeneren. PCB 101 als weiteres niedrigchloriertes Kongener wurde in einem deutlich niedrigeren Konzentrationsbereich nachgewiesen.

2. Musterbrief zur Befundmitteilung von Professor Ewers zu den Blutuntersuchungen auf Blei und polychlorierte Biphenyle vom 20.03.2012:

Herr Professor Ewers gelang zu dem Schluss, dass keine vermehrte Blutbleikonzentration und eine nicht erhöhte PCB-Summenkonzentration vorliegen. Nachteilige gesundheitliche Auswirkungen seien dadurch nicht zu erwarten. Es handelt sich offensichtlich um einen Musterbrief an die untersuchten Personen.

3. E-Mail von Herrn Dr. Kraft, LANUF, NRW vom 16.05.2012:

Herr Dr. Kraft weist darauf hin, dass eine Belastung mit dioxinähnlichen PCB's nicht vorzuliegen scheint und die Werte auf eine Belastung überwiegend aus dem niederchlorierten Spektrum hindeuten. Unter Nutzungsbedingungen sei in den Sommermonaten möglicherweise mit erhöhten PCB-Konzentrationen in der Innenraumluft zu rechnen. Ein von der HBM-Kommission verabschiedeter HBM-2-Wert betrage $7 \mu\text{g/L}$ Serum und gelte für die Risikogruppen Säuglinge, Kleinkinder und Frauen in gebärfähigem Alter. Herr Dr. Kraft setzt sich kritisch mit den Ausführungen von Herrn Dr. Bruckermann auseinander.

4. Beurteilung der Ergebnisse der Blutuntersuchungen auf Blei und PCB bei Lehrerinnen und Lehrern der Dreikönigen-Schule in Neuss, Stellungnahme von Herrn Professor Ewers vom 21.03.2012:

Bewertet werden Untersuchungsergebnisse von 12 Personen, die als Lehrerinnen und Lehrer oder in anderer Funktion an der Dreikönigen-Schule in Neuss tätig sind. Bei PCB 28 wurden in Bezug auf den biologischen Arbeitsstoffreferenzwert der DFG bei 10 der 12

untersuchten Personen erhöhte Belastungen festgestellt. Der Maximalwert liegt bei 0,071 µg/L. Bei PCB 52 wurden bei 3 der 12 Personen Belastungen im Bereich des biologischen Arbeitsstoffreferenzwertes gemessen. Für PCB 101 wurde bei 1 von 12 Personen Belastungen im Bereich des biologischen Arbeitsstoffreferenzwertes gemessen. Die Analysenergebnisse in Bezug auf die höherchlorierten PCB's wie auch für Blei im Vollblut zeigen im Vergleich zur beruflich nicht belasteten Allgemeinbevölkerung keine erhöhten Belastungen an.

Herr Professor Ewers nimmt Bezug auf einen von Rauchfuss et al. 2011 auf einer Tagung vorgeschlagenen gesundheitsbezogenen Wert von 10 µg/L Blutserum, der sich auf Kinder und Frauen in gebärfähigem Alter beziehe und weist darauf hin, dass in keinem Fall dieser Wert überschritten wurde. Bei der Auswertung von Fragebögen, dessen Grundstruktur nicht bekannt ist, gaben 8 von 12 Personen Erkrankungen und Gesundheitsbeeinträchtigungen an, die kausal auf den Aufenthalt im Schulgebäude zurückgeführt werden. Es seien Allergien, Tumorerkrankungen verschiedener Lokalisationen, Kopfschmerzen, Augenbrennen, Kreislaufprobleme und Magen-Darm-Beschwerden angegeben worden. Herr Professor Ewers gelangt zu der Auffassung, dass ein ursächlicher Zusammenhang zwischen den angegebenen Erkrankungen bzw. Beschwerden als äußerst unwahrscheinlich einzustufen sei.

5. Vorläufige Evaluation zu einem wissenschaftlichen medizinischen Gutachten von Herrn Dr. Bruckermann vom 22.04.2012:

Es handelt sich um einen Auszug aus Gutachten, wobei der Auftraggeber eine BaSg GmbH in Bielefeld sei. Es seien genotoxische immunotoxische, neurotoxische und tumorpromovierende Effekte analysiert worden. Außerdem sei eine Ausschlussdiagnostik anderer Ursachen durch anamnestische, körperlich-seelische Exploration, laborchemisch, SEP, Vibrations-, Thermotestung, ENG, EMG, EKG, Schweißsekretionsmessung und bildgebenden Verfahren durchgeführt worden. Es seien keine außertoxischen pathologischen Ursachen festzustellen. Es bestünde eine signifikante Korrelation der Symptome zur betrieblichen Expositionsdauer. Die Symptome der Betroffenen wurden in „3 Zeitgruppen“ eingeteilt. Die Zeitgruppe 1 umfasst 2 Personen, die seit dem 01.01.2000 in der Schule tätig seien, die Zeitgruppe 2 umfasst 2 Personen, die seit dem 01.12.2005 tätig seien und die Zeitgruppe 3 umfasst 3 Personen, die seit dem 12.04.2010 tätig seien.

In der Diskussion wird daraufhin gewiesen, dass statistischen Grenzwertbestimmungen nicht gefolgt werden könne, da sie weder Expositionszeiten, Geschlecht, Körpergröße und -gewicht, -oberfläche und Alter differenzierten. Es fehlten darin auch Untersuchungen zu Parallelbelastungen. Es seien toxische

Konzentrationen feststellbar. Es sollten Ausleitungen versucht werden.

Beurteilung:

1. Zur Frage einer vermehrten Belastung durch polychlorierte Biphenyle und Blei.

Im Hinblick auf die mittels Biomonitoring dokumentierte Bleibelastung ist eindeutig festzustellen, dass eine zusätzliche Bleibelastung im Vergleich zur beruflich nicht belasteten Allgemeinbevölkerung in den 12 analysierten Vollblutproben **nicht** vorliegt. Eine Aufnahme zusätzlicher Bleikonzentrationen durch Arbeitsplatzeinflüsse kann somit nicht belegt werden.

Demgegenüber dokumentieren die Ergebnisse der PCB-Blutuntersuchungen eine im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung vermehrte innere Belastung mit den niedrigchlorierten PCB's 28, 52 und 101. Die inneren Belastungen sind im Vergleich zu Untersuchungsergebnissen in anderen öffentlichen Gebäuden nur sehr geringfügig erhöht (vergleiche Tabelle 1).

		A (n=234)	B (n=596)	C (n=147)	D (n=161)	E (n=188)	F (n=310)	Neuss (n=12)
PCB 28 (µg/L Plasma)	Median	0.087	0.089	0.035	0.015	0,037	0,026	0,028
	Max.	0.878	0.563	0.547	0.867	0,653	0,383	0,071
PCB 52 (µg/L Plasma)	Median	0.024	0.014	0.015	< 0.01	< 0.01	0,005	<0,01
	Max.	0.426	0.236	0.130	0.065	0,119	0,050	0,016
PCB 101 (µg/L Plasma)	Median	0.012	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,013	<0,01
	Max.	0.123	0.212	0.077	0.036	0,048	0,089	0,017

PCB 52 und 101 sind fast gar nicht, bzw. nur im Bereich der Nachweisgrenze feststellbar. Da PCB 28, 52 und 101 unterschiedliche biologische Halbwertszeiten haben, könnte dies darauf hindeuten, dass die Exposition entweder schon länger zurückliegt oder die Gesamtbelastung so gering ist, dass sich für PCB 52 und 101 dies kaum detektieren lässt. Nach eigenen Analysen beträgt die Halbwertszeit für PCB 28 etwa 3-5 Jahre, für PCB 52 1-2 Jahre und für PCB 101 2-3 Jahre (Schettgen et al. 2011).

Die objektivierte Blutuntersuchungen korrelieren gut zu den Luftkonzentrationsmessungen, in denen ausschließlich Messwerte unterhalb von 3.000 ng/m^3 objektiviert wurden. Da diese Messungen im Februar 2012 durchgeführt wurden, ist in den Sommermonaten allerdings mit höheren Belastungen zu rechnen und in Einzelfällen auch eine Überschreitung der 3.000 ng/m^3 nicht auszuschließen. Insofern ist ein Handlungsbedarf mit Entfernung der Primärquellen im Bereich der Dreikönigen-Schule mit einer mittelfristigen Perspektive ableitbar. Eine Raumlufbelastung durch höherchlorierte PCB's und durch PCB 118 wurde nicht festgestellt. Dies korreliert sehr gut mit den Ergebnissen der Blutuntersuchungen, wo eine vermehrte Belastung durch höherchlorierte PCB's ebenfalls nicht festgestellt werden konnte. Eine geringfügige zusätzliche Belastung hätte allerdings hier auch nicht nachgewiesen werden können, da die Referenzwerte älteren Datums sind und die Belastung der Allgemeinbevölkerung in den letzten Jahren signifikant abgenommen hat (Schettgen et al. 2011). Wichtig bei der Interpretation der höherchlorierten PCB's ist die Tatsache, dass diese durch die

nahrungsbedingte Aufnahme der Allgemeinbevölkerung und durch die langen biologischen Halbwertszeiten im Laufe eines Lebens im Körper akkumulieren und somit mit höherem Alter auch höhere Belastungen in der Allgemeinbevölkerung nachgewiesen werden können. Dies hat Herr Professor Ewers in seiner gutachterlichen Stellungnahme eindeutig herausgestellt. Herr Dr. Bruckermann gibt dagegen völlig unabhängig vom Alter der Probanden für alle Messungen den identischen Normalbereich an. Dies entspricht nicht dem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand und ist nicht nachvollziehbar. Darüber hinaus ist ebenfalls nicht nachvollziehbar, warum für PCB 28 und 52 ein Normalbereich $< 0,01$ angegeben wird und für PCB 101 ein Normalbereich von $< 0,10$ angegeben wird. Der aktuelle biologische Arbeitsstoffreferenzwert für PCB 28 liegt bei $0,02 \mu\text{g/L}$ Plasma, für PCB 52 bei $0,01 \mu\text{g/L}$ Plasma und für PCB 101 ebenfalls bei $< 0,01 \mu\text{g/L}$ Plasma. Die analytische Nachweisgrenze beträgt für alle 3 niedrigchlorierten Kongeneren $0,01 \mu\text{g/L}$ Plasma. Insofern sind die Bezugsgrößen, die Herr Bruckermann angibt, nicht korrekt. Darüber hinaus sind für die höherchlorierten Kongenere 138, 153 und 180 mit zunehmendem Alter der Beschäftigten höhere „Normalbereiche“ zutreffend. Auch hier ist somit die Bezugsgröße unzutreffend. Weiterhin ist feststellbar, dass die innere Belastung mit polychlorierten Biphenylen eindeutig nicht mit der betrieblichen Expositionsdauer korreliert. Statistische Analysen sind bei $N = 7$ natürlich nicht zielführend, die Einzelfallbetrachtung ergibt jedoch keinerlei Hinweis darauf, dass Expositionszeiten von mehr als 10 Jahren zu einer anderen inneren Belastung geführt haben als Expositionszeiten von 1-2 Jahren.

Wie bereits oben erwähnt, sind die Indikatoren einer Raumlufbelastung im niedrigchlorierten Bereich zu suchen, wie die Raumlufmessungen auch belegen. Höherchlorierte Kongenere haben im konkreten Fall nicht in der Raumluf vorgelegen und können daher auch nicht für eine zusätzliche Belastung verantwortlich gemacht werden.

Zusammenfassung im Hinblick auf die Belastung:

In den Luftkonzentrationsmessungen ist eine eindeutige Raumlufbelastung durch niedrigchlorierte polychlorierte Biphenyle dokumentiert. Diese Raumlufbelastung spiegelt sich in eindeutig, aber geringfügig erhöhten inneren Belastung durch die niedrigchlorierten Kongenere der polychlorierten Biphenyle wider.

2. Zur Frage einer Beanspruchung durch die Exposition gegenüber polychlorierten Biphenylen.

In der wissenschaftlichen Literatur gibt es eine Vielzahl von Studienergebnissen zu adversen gesundheitlichen Effekten bei beruflicher und umweltbedingter PCB-Exposition. Die monokausale Zuordnung möglicher Effekte wird dadurch erschwert, dass häufig so genannte Mischexpositionen vorliegen und eine Zuordnung objektiverer gesundheitlicher Einschränkungen zu den polychlorierten Biphenylen oftmals schwierig ist. Weiterhin wird eine kausale Zuordnung dadurch erschwert, dass mögliche Effekte z.T. Gesundheitsstörungen darstellen, die auch in der beruflich nicht belasteten Allgemeinbevölkerung häufig sind. Im Berufskrankheitenrecht wurde bislang daher lediglich die so

genannte Chlorakne u.a. einer PCB-Belastung zugeordnet. Insbesondere in neueren Untersuchungen verdichten sich allerdings Hinweise auf weitere Effekte, die im Folgenden kurz dargestellt werden sollen.

1) Effekte auf das Hormonsystem:

PCB's sind potentiell endokrin aktive Substanzen, die hormonähnliche Wirkungen entfalten können, allerdings auch Hormonwirkungen blockieren können. Betroffen können sein sowohl Schilddrüsenhormone, Geschlechtshormone sowie Hormone im Bereich des Zucker- und Fettstoffwechsels. Mögliche Auswirkungen sind Schilddrüsenfunktionsstörungen, Autoimmunerkrankungen der Schilddrüse und Störungen der Fertilität. Weiterhin ergeben sich in neueren Untersuchungen Hinweise auf eine Assoziation mit einem Diabetes mellitus. Letztere Assoziation wird auch im Niedrigdosisbereich beschrieben (Lee et al. 2010, 2011). In einer aktuell von uns untersuchten Kohorte von hochexponierten Personen konnten Auffälligkeiten bei der Schilddrüsenfunktion statistisch signifikant nachgewiesen werden (Kraus et al. 2012). Hierbei handelt es sich allerdings um eine Mischexposition mit Dioxinen, Furanen, PCB's und Lösemitteln. Die Exposition war massiv höher als im konkreten Fall der Dreikönigen-Schule. In der von uns untersuchten Kohorte konnten in dem Konzentrationsbereich, wie sie in den 12 dargestellten Fällen existiert, keine gesundheitlichen Auffälligkeiten wie oben beschrieben detektiert werden.

2) Effekte im Bereich der Haut:

Eine bekannte Folge bei Exposition gegenüber chlororganischen Substanzen ist die so genannte Chlorakne. Weiterhin werden Verdickungen der Talgdrüsen im Bereich der Augenlider, Pigmentstörungen und Zeichen einer Typ 1-Porphyrinurie in der Literatur genannt. Insbesondere bei der Chlorakne handelt es sich um einen Hochdosiseffekt. Bei einer PCB-Belastung durch niedrigchlorierte PCB's knapp über der Nachweisgrenze wurde ein solcher Effekt bislang nicht gehäuft beobachtet.

3) Immunologische Effekte:

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse über immunologische Veränderungen durch PCB's stammen meist aus Tiermodellen bzw. Umweltstudien mit oraler Aufnahme eines im Vergleich zur beruflichen Exposition anderen Kongenerenspektrums. Im Tiermodell wurde bei extrem hohen Belastungen eine Immunsuppression des humoralen und zellulären Immunsystems beschrieben. Weiterhin wurden eine verminderte Antikörperproduktion nach Antigenstimulation und eine verminderte Phagozytosekapazität publiziert.

In der oben zitierten Kohorte mit hoher Exposition zeigten sich expositionsabhängige Auffälligkeiten im Immunsystem innerhalb des Normbereichs, die immunologischerseits als autoimmuner Phänotyp beschrieben wurden. Pathologische immunologische Befunde wurden selbst bei hoher Exposition nicht dokumentiert. Im

vorliegenden Fall ist dem Gutachten von Herrn Dr. Bruckermann nicht zu entnehmen, wie bzw. mit welchen Methoden und mit welchem Ergebnis eine Immunotoxizität festgestellt worden sein soll.

4) Neurologische und neuropsychologische Effekte:

In der Literatur sind einzelne axonale Polyneuropathien beschrieben worden. Wegen wichtiger Differentialdiagnosen und stattgehabter Mischexpositionen ist anhand der wissenschaftlichen Daten eine monokausale Zuordnung problematisch.

Neuropsychologisch ergeben sich Hinweise, dass Gedächtnis- und Lernleistungen mit der PCB-Belastung negativ korreliert sind. Außerdem werden Beeinträchtigungen des visuellen und sprachlichen Arbeitsgedächtnisses sowie Einschränkungen verbaler Lern- und Gedächtnismaße auch nach statistischer Kontrolle von Alters- und Bildungseinflüssen beschrieben. Auch psychomotorische Aufgaben im Bereich der Handmotorik zeigten Auffälligkeiten. In einer einzelnen Studie werden Leistungsbeeinträchtigungen bei einfachen und komplexeren Aufmerksamkeitsfunktionen auch bei niedrigen Belastungen durch die Atemluft beschrieben (Peper et al. 2005). Eine kausale Zuordnung dieser Einschränkungen im Einzelfall ist hoch kompliziert und bedarf einer umfassenden individuellen Beurteilung. In unserer aktuellen Untersuchung bei hoch belasteten Personengruppen fanden sich signifikant gehäuft in der hoch exponierten Subgruppe Auffälligkeiten im Bereich Gedächtnis, Handmotorik und exekutiver Funktionen.

5) Kanzerogenität:

Polychlorierte Biphenyle sind bislang von der DFG als krebbsverdächtig eingestuft (K3 der MAK-Kommission). Die IARC stuft PCB's als wahrscheinliches Kanzerogen für den Menschen ein. Diskutiert werden krebspromovierende Wirkungen mit Schwellenwert und eine direkte genotoxische Wirkung. Während experimentelle Studien in vitro auch Hinweise auf eine direkte Genotoxizität der niedrigchlorierten PCB's liefern sind die epidemiologischen Erkenntnisse zur Kanzerogenität in beruflichen Kohorten nicht konsistent. Selbst bei hoher beruflicher Exposition gegenüber PCB's und langfristiger Beobachtung der Kohorten konnten keine konsistent nachweisbaren Häufungen von Krebserkrankungen festgestellt werden. Immer wieder werden unterschiedliche Organsysteme als mögliche Effektorgane genannt, die dann in Folgestudien meist nicht mehr bestätigt werden konnten. Insofern resultiert auch die Einstufung der DFG und der IARC aus diesen Erkenntnissen, die zeigen, dass eine gesicherte Kanzerogenität für den Menschen derzeit nicht abgeleitet werden kann. Insofern haben ursächliche Zuordnungen beim derzeitigen wissenschaftlichen Erkenntnisstand auch spekulativen Charakter.

Das vorliegende „vorläufige“ Gutachten von Herrn Dr. Bruckermann kann nicht weitergehend interpretiert werden, weil die Methodik, die hinter den weitreichenden Kausalattributionen steht, nicht offen gelegt ist.

Offensichtlich bestehen bei Herrn Dr. Bruckermann Missverständnisse im Hinblick auf die Anwendung von „Grenzwerten“. Die statistisch abgeleiteten Referenzwerte erlauben keine Aussage über gesundheitliche Auswirkungen. Sie sind rein statistische Maße und beschreiben die Verteilung von **Belastungen** in der Bevölkerung. Unzutreffend ist, dass sie das Alter grundsätzlich nicht berücksichtigen. Dies ist nur dann der Fall, wenn wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass das Alter keinen Einfluß auf die innere Belastung hat, wie z.B. bei den niedrig chlorierten PCBs. Die Referenzwerte des Umweltbundesamtes für die im Alter akkumulierenden höherchlorierten PCB's sind eindeutig altersabhängig. Dennoch gibt Herr Dr. Bruckermann unverständlicherweise auch für diese Gruppe der PCB's einen altersundifferenzierten „Normalbereich“ an, was wie oben bereits dargestellt unzutreffend ist.

In einer aktuellen Publikation hat die HBM-Kommission des Umweltbundesamtes erstmals gesundheitlich begründete HBM1- und HBM2-Werte für Säuglinge, Kleinkinder und Frauen in gebärfähigem Alter abgeleitet. Der HBM1-Wert beträgt 3,5 µg/L und der HBM2-Wert 7 µg/L. Bezüglich der Ableitung dieser beiden Werte darf auf die Homepage des Umweltbundesamtes verwiesen werden. Festzuhalten ist, dass in keinem der untersuchten Fälle diese gesundheitlich begründeten Werte erreicht werden, so dass bei Frauen in gebärfähigem Alter nach dieser aktuellen Publikation nicht mit gesundheitlichen Effekten zu rechnen ist (http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/publikationen/ableitung_hbm_werte_fuer_pcb_2012.pdf)

Festzuhalten ist weiterhin, dass so genannte „Entgiftungsmaßnahmen“ in den hier dokumentellen Fällen aus oben genannten Gründen medizinisch nicht indiziert sind, da potentielle Risiken und Nebenwirkungen dieser Verfahren einen postulierten Nutzen überwiegen. Diesbezüglich führen wir gerade eine wissenschaftliche Studie mit Aphereseverfahren bei hochbelasteten Personen durch, so dass hier auch eigene Erfahrungen vorliegen.

Zusammenfassend handelt es sich bei der Belastung der Dreikönigen-Schule um eine geringe Zusatzbelastung im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung gegenüber niedrigchlorierten PCB's. Auch im Vergleich zu anderen Kohorten mit Innenraumbelastungen handelt es sich um eine vergleichsweise sehr niedrige Zusatzbelastung.

Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch diese sehr geringe zusätzliche Belastung sind nicht belegbar. Selbst bei Hochdosisbelastungen ergeben sich methodische/statistische Schwierigkeiten und Interpretationsprobleme der kausalen Zuordnung, da PCB-Effekte wie oben beschrieben zu Gesundheitsstörungen führen können, die auch in der Allgemeinbevölkerung häufig sind.

Die bislang vorgelegten medizinischen Befunddaten erlauben auf der Basis der sehr lückenhaften Informationen keine kausale Zuordnung von Gesundheitsstörungen zu den objektivierten geringfügigen PCB-Belastungen. Wie oben beschrieben sind in dem niedrigen Konzentrationsbereich statische Auffälligkeiten auch nicht detektierbar.

Aachen, den 09.07.2012



Univ.-Prof. Dr. med. Thomas Kraus
Facharzt für Arbeitsmedizin
Umweltmedizin

Literatur:

Brandenburg S, Woltjen M.
Polychlorierte Biphenyle - Rechtliche Grundlagen einer Berufskrankheit.
Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 2012; 47, 6: 372-376

Broding HC, Schettgen T, Hillert A, Angerer J, Göen T, Drexler H
Subjective complaints in persons under chronic low-dose exposure to
lower polychlorinated biphenyls (PCBs). *Int J Hyg Environ Health.* 2008.
211(5-6):648-57

Codru Neculai; Schymura Maria J.; Negoita Serban; et al. Diabetes in
relation to serum levels of polychlorinated biphenyls and chlorinated
pesticides in adult native Americans. *Environmental Health Perspectives*
2007. 115-10: 1442-1447

Everett Charles Jay; Frithsen Ivar; Player Marty Relationship of
polychlorinated biphenyls with type 2 diabetes and hypertension. *Journal
of Environmental Monitoring* 2011. 13-2: 241-251

Gore A.C. Environmental toxicant effects on neuroendocrine function.
Endocrine 2001. Vol. 14, numb. 2: 235-246

Kraus T, Esser A.
Aktueller wissenschaftlicher Kenntnisstand zu PCB-bedingten Effekten
nach beruflicher Exposition.
Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 2012; 47, 6: 366-371

- Kraus T, Gube M, Lang J, Esser A et al. for the HELPcB-Group
Surveillance program for former PCB-exposed workers of a transformer and capacitor recycling company, family members, employees of surrounding companies and area residents – Executive summary
J. Toxicol. Environ. Health, 2012; Part A accepted
- Lee D.-H., Steffes M. W., Sjoedin A. Low Dose of Some Persistent Organic Pollutants Predicts Type 2 Diabetes: A Nested Case-Control Study. *Environmental Health Perspectives* 2010. 118-9: 1235-1242
- Lee D.-H., Lind P. M., Jacobs D. R. Jr. Polychlorinated Biphenyls and Organochlorine Pesticides in Plasma Predict Development of Type 2 Diabetes in the Elderly. *Diabetes Care* 2011. 34-8: 1778-1784
- Liebl B., Schettgen T., Kerscher G., Broding H. C., Otto A., Angerer J., Drexler H. Evidence for increased internal exposure to lower chlorinated polychlorinated biphenyls (PCB) in pupils attending a contaminated school. *Int J Hyg Environ Health* 2004. 4:315-24
- Lin K.-C., Guo N.-W., Tsai P.-C., Yang C.-Y., Guo Y.L.L. Neurocognitive changes among elderly exposed to PCBs/PCDFs in Taiwan. *Environmental Health Perspectives* 2008. 116: 184-189
- Lu Y.-C. et al. Clinical findings and immunological abnormalities in Yu-cheng patients. *Environ. Health Perspect.* 1985. 59:17-29
- Patrick L. Thyroid disruption: mechanism and clinical implications in human health. *Altern Med Rev.* 2009. 14: 326-346
- Peper M., Klett M., Morgenstern R. Neuropsychological effects of chronic low-dose exposure to polychlorinated biphenyls (PCBs): A cross-sectional study. *Environmental Health* 2005. 4:22 (doi:10.1186/1476-069X-4-22)
- Persky V., Piorkowski J., Turyk M. Associations of polychlorinated biphenyl exposure and endogenous hormones with diabetes in post-menopausal women previously employed at a capacitor manufacturing plant. *Environmental Research* 2011. 111-6: 817-824
- Schantz S. L., Widholm J. J. , Rice D. C. Effects of PCB exposure on neuropsychological function in children. *Environmental Health Perspectives* 2003. 111: 357-376.
- Schantz S. L., Gasior D. M., Polverejan E., McCaffrey R. J., Sweeney A.M., Humphrey H.E.B., Gardiner J.C. Impairments of memory and learning in older adults exposed to polychlorinated biphenyls via

consumption of Great Lakes fish. *Environmental Health Perspectives* 2001. 109: 605-611

Schettgen T, Gube M, Esser A, Alt A, Kraus T.
Plasma Polychlorinated Biphenyls (PCB) Levels of Workers in a
Transformer Recycling Company, their Family Members, and Employees
of Surrounding Companies.

J Toxicol Environ Health A. 2012, Apr 15; 75(8-10): 414-22.

Schettgen T, Gube M, Alt A, Fromme H, Kraus T.
Pilot study on the exposure of the German general population to non-
dioxin-like and dioxin-like PCBs.

Int J Hyg Environ Health. 2011; 214(4): 319-25.

Schettgen T, Alt A, Preim D, Keller D, Kraus T.
Biological monitoring of indoor-exposure to dioxin-like and non-dioxin-like
polychlorinated biphenyls (PCB) in a public building.

Toxicol Lett. 2011; Available online 14 June 2011, in press

Wilhelm M., Wittsiepe J., Lemm F. et al. The Duisburg birth cohort study:
Influence of the prenatal exposure to PCDD/Fs and dioxin-like PCBs on
thyroid hormone status in newborns and neurodevelopment of infants until
the age of 24 months. *MUTATION RESEARCH-REVIEWS IN MUTATION
RESEARCH* 2005. 659: 83-92

Wittsiepe J., Furst P. et al. PCDD/F and dioxin-like PCB in human blood
and milk from German mothers. *Chemosphere* 2007. 67(9); S.286-294

Wittsiepe J, Wilhelm M and Kraus T.
Levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PCDD/F)
in blood samples of occupationally exposed workers from a transformer
recycling plant in Dortmund, Germany — initial findings.

J. Toxicol. Environ. Health, 2012; Part A 75, 423-428