

Während einer Schulsanierung erhobene PCB-Blutwerte bei Lehrern und Schülern - eine vergleichende Untersuchung

Dorothea Köster

Bei 40 Lehrern einer hoch mit PCBs belasteten Schule in Bad Urach wurden PCB-Blutwerte untersucht. Dabei wurden neben den höher chlorierten Kongeneren 138, 153 und 180 auch die niedrig chlorierten Kongenere 28, 52 und 101 bestimmt. Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass die niedrig chlorierten PCB im Blut nachweisbar sind, wenn man bei der Probenentnahme den richtigen Zeitpunkt wählt und bei der Materialauswahl entsprechend sorgfältig vorgeht.

Obwohl in Deutschland immer noch eine grosse Anzahl von Kindern und Erwachsenen in Schulen und Kindergärten diesen Stoffen ausgesetzt sind, fehlt es an Untersuchungen, welche gesundheitlichen Auswirkungen sich dadurch für die Betroffenen ergeben. Es ist an der Zeit, eine Neubewertung der PCB vorzunehmen, wenn die Exposition über die Raumluft erfolgt. Die hier vorgelegten Daten zeigen, dass alle PCBs inhalativ aufgenommen werden und unter bestimmten Bedingungen die Inkorporation durch die Nahrung übertreffen können.

Hintergrund

In den letzten Jahren erschienen mehrere Publikationen über Biomonitoring bei bekannten Raumluftbelastungen mit PCB (1, 2, 3). Nicht zuletzt wegen des schlechten Studiendesigns wurden einige Studien heftig kritisiert (4) und in den Schlußfolgerungen angezweifelt.

Lehnert et al. (1) haben beispielsweise von Referenzwerten berichtet, deren Herkunft unklar bleibt, während im Text lediglich von "Personen, die keiner beruflichen Belastung mit Polychlorierten Biphenylen ausgesetzt waren" die Rede ist. Da ohne den konkreten Verdacht einer Exposition diese Stoffgruppe im Blut nicht routinemäßig untersucht wird, kann man davon ausgehen, dass in dieser Arbeit eher die Werte eines belasteten Kollektivs dokumentiert

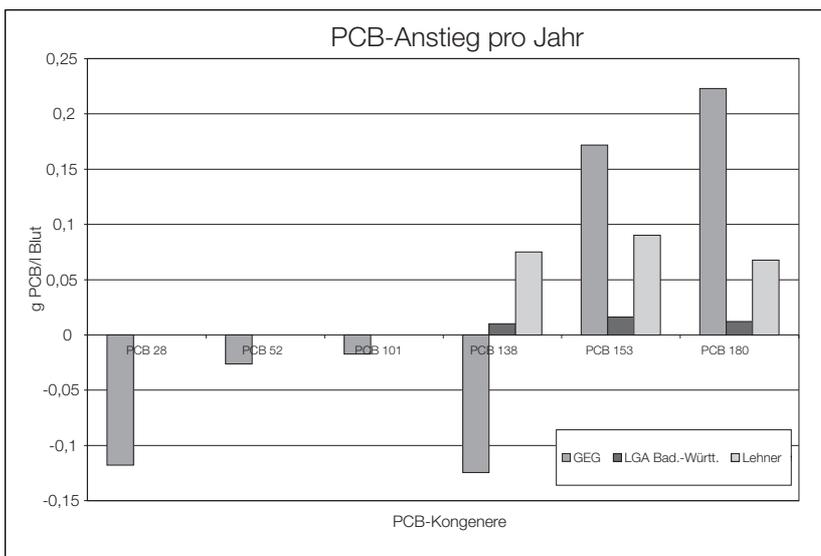
und als Referenzbasis verwendet worden sind. Bedauerlich ist, dass wegen des irreführenden Titels diese Arbeit von Gesundheitsämtern bei der Bewertung von PCB-Blutwerten, die im Zusammenhang von Belastungen gewonnen werden, immer wieder herangezogen wird mit dem Ergebnis, dass auch sehr hohe PCB-Werte als völlig normal eingestuft werden. Zieht man andere Referenzwerte zum Vergleich heran, z.B. die "Normalgruppe" aus der Feuerwehrstudie des Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen von 1992 (5), ergaben sich bei unserem Lehrerkollektiv je nach Kongener 2- bis 4-fach erhöhte Blutwerte.

Mit Ausnahme der Feuerwehrstudie ist bei diesen Untersuchungen die Beschreibung der Probenentnahme auffällig schlecht, so dass in der Regel eine Reproduzierbarkeit nicht möglich ist. Bei Lehnert et al. (1) wird nicht beschrieben, mit welchem Material die Blutproben gewonnen wurden, lediglich dass die Entnahme morgens am nüchternen Probanden erfolgte. Die Publikation von Heudorf (2) gibt ebenfalls keinen Anhalt über das Material, mit dem die Blutproben gewonnen wurden, sondern nur den Zeitpunkt beim Kindergartenkollektiv an, bei der Schuluntersuchung fehlt selbst diese Angabe. Die Studie des Landesgesundheitsamtes Baden-Württemberg (3) wird beschrieben, daß mit Hilfe von Butterfly in EDTA-Monovetten abgenommen wurde und das Blut dann anschließend in ein Glasgefäß überführt wurde. Der Zeitpunkt der Blutabnahme wurde dabei den beauftragten Gesundheitsämtern überlassen. So verwundert es eigentlich nicht, daß diese drei Autorenkollektive niedrig chlorierte Biphenyle nicht nachweisen können.

Blut ist als Medium nur bedingt geeignet, um vor allem die niedrig chlorierten, aber auch alle PCB-Belastungen, nachzuweisen. Die schon 1972 publizierte Arbeit von Benthe (6) hat festgestellt, daß nach Inhalationsversuchen mit einem technischen Gemisch mit niedrig chlorierten Biphenylen bereits 15 Minuten nach Versuchsbeginn die PCB-Konzen-

Kontakt:

Dr. med. Dipl. Biochem.
Dorothea Köster
Fachärztin für Arbeitsmedizin,
Umweltmedizin
Breitensteinstr. 50
72574 Bad Urach
dorothea.koester@dgn.de



tration in der Leber 50 % des späteren Maximalwertes erreicht hat. Neuere experimentelle Arbeiten (zusammengestellt in 7) zeigen, dass die PCB direkt via nervus olfactorius in den Bulbus olfactorius gelangen und dort kumulieren, so dass sich dieser Anteil einem Nachweis durch Blutmonitoring entzieht.

Untersuchungsgut

Nachdem in einem Gymnasium in Bad Urach im Januar 1996 bekannt wurde, daß das Gebäude durch PCB-haltige Fugen mit einem Gehalt von 11 bis 16 % PCB belastet war und sich zusätzlich in einigen Bereichen noch weitere Primärquellen wie Akustikdecken befanden, ergaben durch verschiedene Institute durchgeführte Raumlufmmessungen zwischen 1500 und knapp 10 000 ng PCB/m³ Luft liegende Raumlufmwerte, gemessen und berechnet nach dem LAGA-Verfahren. Die höchsten Werte wurden im Bereich der Verwaltung und des Lehrerbereiches gemessen.

Auffällig in dieser Schule war das gehäufte Auftreten von malignen Erkrankungen bei Schülern und Lehrern. Zwischen 1980 bis heute traten bei bisher mindestens 11 Schüler/innen Erkrankungen des blutbildenden oder lymphatischen Systems oder Hodentumoren auf. Im Durchschnitt waren 800 bis 1000 Schüler, davon 54% Mädchen, auf diesem Gymnasium. Unter sechs von 80 Lehrern und Lehrerinnen traten Kolonkarzinome und je ein Mamma-Ca, Prostata-Ca und Melanom auf. Ungewöhnlich war die Geschlechterverteilung, im Schülerkollektiv waren lediglich zwei Mädchen betroffen, bei den Lehrern nur eine Frau.

Im März 1996 wurde daher den Lehrer/innen eine Blutuntersuchung auf PCB angeboten. Mit dem analysierenden Labor (PMA, Sindelfingen) wurden die

Probenentnahmebedingungen festgelegt: Um eine Absorption der PCB an das Kunststoffmaterial der Entnahmegefäße zu vermeiden (PCB wurde ja auch als Weichmacher für Kunststoffe eingesetzt) wurde mit dem Vacutainer-System direkt in Glas-Holzschutzmittelröhrchen abgenommen. Dadurch hatte das Blut nur mit der Stahlnadel und den Glaswänden Kontakt. Bei dem in einer der anderen Studien (3) verwendeten Butterfly-Systeme wird das Blut durch ein englumiges 30 cm langen Kunststoffschläuchlein gezogen, wobei die Autoren keine Versuche angeben, ob dieses Verfahren nicht schon zu einer Absenkung der PCB im Analysenmaterial führt. Die Probenentnahme selbst erfolgte wegen der oben zitierten Arbeit (6) Freitagmittag vor Beginn des Wochenendes nach einer kompletten Schulwoche mit Anwesenheit in der Schule, außerdem lagen die letzten Ferien mindestens drei Wochen zurück. Unmittelbar nach Abschluß der beim gesamten Teilnehmerkreis ein bis zwei Stunden dauernden Blutentnahme wurden die Proben zur weiteren Bearbeitung in das Analyzelabor geschickt.

In allen anderen Arbeiten wurde nur zu einem Zeitpunkt Blut untersucht und die Werte dann mit Referenzkollektiven verglichen. Da in Urach die Schule unter Schulbetrieb von 1996 bis 1998 saniert wurde und außerdem Lehrer und Schüler in die Umzugsarbeiten, teilweise auch in die Reinigungsarbeiten mit einbezogen waren, interessierte es uns, wie die PCB-Werte sich unter diesen Verhältnissen entwickelten. 1998 wurde eine zweite Probenentnahmeserie durchgeführt, wieder unter den gleichen Bedingungen wie bei der ersten. Zu diesem Zeitpunkt war die Sanierung so weit fortgeschritten, daß nicht mehr in belasteten Räumen unterrichtet wurde, auch der Lehrerbereich war komplett umgebaut und saniert. Zu diesem Zeitpunkt lagen die gemessenen Raumlufmwerte zwischen 150 und 600 ng PCB/m³ Luft. Leider kam es dann beim letzten Bauabschnitt zu einer Rekontamination, da die Abplanung undicht war und PCB-haltiger Staub durch das Gebäude verteilt wurde. Ob dieses Ereignis Auswirkungen auf die Blutwerte hatte, wurde nicht überprüft.

Ergebnisse

Bei den 40 untersuchten Lehrern und Lehrerinnen konnte 1996 bis auf eine Ausnahme bei allen das Vorhandensein von den niedrig chlorierten Kongeneren 28, 52 und 101 festgestellt werden, 20 dieser Personen nahmen 1998 erneut an der Untersuchung teil, diesmal konnte bei keinem mehr diese Gruppe nachgewiesen werden. Da diese PCB wegen der derzeit möglichen Nachweisgrenze nur bei erhöhten Raumlufbelastungen gefunden werden, ist mit diesem Ergebnis die erhöhte Exposition eindeutig dokumentiert.

Für das PCB 138 liegen die gemessenen Werte in guter Übereinstimmung mit den Literaturdaten aus belasteten Kollektiven, z.B. mit der Arbeit von Lehnert et. al. (1). Der Median der Werte in der vorliegenden Untersuchung betrug 0,96 bei einem Bereich von 0,03 bis 2,63 µg/l Blut, das 95-Perzentil lag bei 1,96 µg/l Blut. Vergleicht man jedoch die Werte der 20 Personen, die 1996 und 1998 teilgenommen haben, miteinander, so ist überwiegend eine Abnahme der Werte (bei 14 Personen) festzustellen, während sich bei einer Person unveränderte Werte und bei 5 Personen eine Erhöhung ergaben. Nach Erfahrungen in der Literatur wird das Kongener 138 bereits zu den höher chlorierten PCBs gezählt, das über die Nahrungskette in den Körper gelangt. Es wird erwartet, daß es mit 0,01 (3) bis 0,075 µg/l Blut (1) pro Lebensjahr ansteigt. Bei unseren Ergebnissen verringerte sich die Konzentration jedoch um 0,13 µg/l Blut pro Sanierungsjahr.

Beim Kongener 153 ergab sich ein Median von 1,52 bei einem Bereich von 0,61 bis 3,22 µg/l Blut mit einem 95-Perzentil von 2,77 µg/l Blut. Pro Lebensjahr wird ein Anstieg von 0,016 (3) bis 0,09 µg/l (1) Blut erwartet, bei unserem Kollektiv stieg dieses Kongener jedoch um 0,17 µg/l Blut pro Sanierungsjahr an, je nach Vergleichsstudie also das Doppelte bis Zehnfache des erwarteten Wertes.

Beim Kongener 180 ergab sich ein Median von 1,09 bei einem Bereich von 0,45 bis 2,57 µg/l Blut mit einem 95-Perzentil von 2,57 µg/l Blut. Pro Lebensjahr wird ein Anstieg von 0,012 (3) bis 0,0675 µg/l Blut (1) erwartet, bei unserem Kollektiv stieg dieses Kongener jedoch um 0,22 µg/l Blut an, je nach Vergleichsstudie das 3- bis 18fache des erwarteten Wertes.

Diskussion

Die bisherige Zur Aufdeckung einer PCB-Belastung durchgeführten Querschnittsuntersuchungen beantworten die Frage nur unzureichend, in wieweit eine inhalative Belastung zur Gesamtbelastung einer Person beiträgt. In der Literatur und auch vom Umweltbundesamt (8) wird durchgehend die Meinung vertreten, erst ab sehr hohen Raumluftkonzentrationen liefern die inhalativ aufgenommenen PCB zur Gesamtbelastung des Organismus einen nennenswerten Beitrag, die Hauptquelle für die PCB sei die Nahrung. Luftgrenzwerte für diese Stoffgruppe wurden daher auch nur aus oralen Expositionsstudien abgeleitet, die Bedeutung des Luftpfades ist praktisch nicht erforscht. Nachdem seit 1989 eine größere Anzahl von Schulen entdeckt worden sind, deren Raumluft durch PCB-haltiges Fugenmaterial mit diesen Stoffen belastet ist, stellt sich die Frage, welchen Anteil diese Exposition zur Gesamtbelastung des Körpers hat. Nun ist der inhalative Aufnahmepfad ein anderer als der orale, der entero-hepatische Kreislauf

wird umgangen und wie Apfelbach et al. (7) zeigen konnten, werden die PCB via Riechbahn direkt ins Gehirn aufgenommen. Der derzeit gültige Interventionswert von 3000 ng/m³ Luft wurde durch Umrechnen des TDI-Wertes gewonnen, das Kongenermuster nach Durchlaufen der Nahrungskette ist jedoch ein völlig anderes als das, das man bei Raumluftuntersuchungen findet. Die deutsche Forschungsgemeinschaft (9) bezeichnet die niedrigchlorierten Kongenere mit koplanarer Anordnung der Phenylringe als "hochtoxisch", und gerade diese findet man bei Raumluftbelastungen, nicht aber in der Nahrung. Da Einzelkongeneruntersuchungen ebenso fehlen wie Effektstudien an Schüler- und Lehrerkollektiven, kann derzeit die Frage nicht beantwortet werden, wie sich die Belastung langfristig auf bestimmte, für Schäden durch PCB sensible Systeme des Körpers auswirken. Gemeint sind damit das Hormonsystem, das Nervensystem und das Immunsystem (10).

Die an der Schule in Urach durchgeführten Untersuchungen zeigen, daß die niedrig chlorierten PCB im Blut nachweisbar sind, wenn man bei der Probenentnahme den richtigen Zeitpunkt wählt und bei der Materialauswahl entsprechend sorgfältig vorgeht. Bei Raumluftwerten unter 1000 ng/m³ sind die Kongenere 28, 52, 101 mit der derzeitigen Nachweisgrenze offensichtlich nicht mehr erfassbar. Der Abfall dieser Kongenere zeigt aber deutlich, wie notwendig und erfolgreich die Sanierungsmaßnahmen waren.

Das Kongener 138 wird entgegen der Literatur nicht nur über die Nahrung, sondern auch zu einem nicht unbeträchtlichen Anteil über die Luft inkorporiert. Anders wäre der Abfall nach durchgeführter Sanierung nicht zu erklären.

Die beiden Kongenere 153 und 180 können ebenfalls erheblich über den Luftpfad inkorporiert werden, wenn sie wie üblich bei Raumluftbelastungen partikelgebunden vorliegen. Da die Lehrer/innen während der Sanierungszeit häufig dafür eingesetzt wurden, Materialien zu sichten, zu reinigen oder zu verpacken, ist davon auszugehen, daß der über das erwartete Maß erfolgte Anstieg dieser beider Kongenere auf einen solchen Mechanismus zurückzuführen ist. Bei nicht korrekt arbeitenden Sanierungsfirmen können zudem erheblich belastete Stäube das Gebäude kontaminieren, was in Urach bei einer Messung nachgewiesen werden konnte. Es ist daher zu fordern, daß Sanierungsmaßnahmen nur in stillgelegten Gebäuden durchgeführt werden.

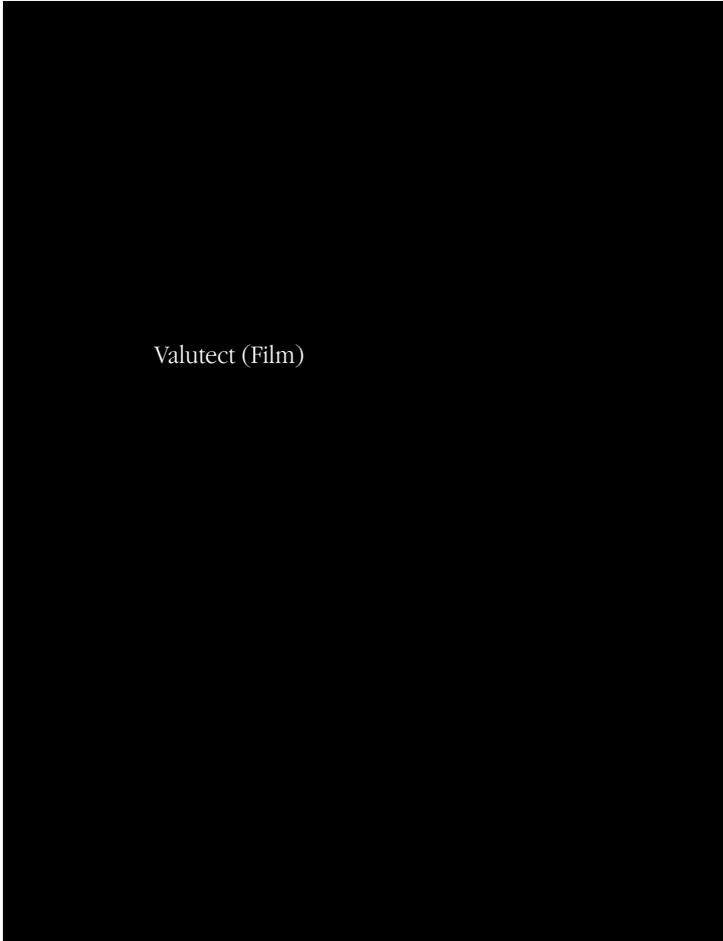
Sämtliche PCB-Kongenere, wie die vorliegende Arbeit zeigt, werden inhalativ aufgenommen und tragen zur Belastung des Organismus nicht unerheblich bei. Bei Raumluftkonzentrationen über 1000 ng/m³ (LAGA-Verfahren) und 8-stündigem Aufenthalt übersteigt die inhalative Inkorporation vermutlich sogar die Aufnahme über die Nahrung, die vom Umweltbundesamt derzeit mit 0,1 µg/kg KG und Tag angegeben wird. Vergleicht man die Blutwerte der hier

untersuchten Lehrer mit Werten von Personen, bei denen eine inhalative Exposition (5) ausgeschlossen wurden, zeigt sich eine 2- bis 4-fache Mehrbelastung. Obwohl in Deutschland immer noch eine riesige Anzahl von Kindern und Erwachsenen in Schulen und Kindergärten diesen Stoffen ausgesetzt sind, fehlt es an Untersuchungen, welche gesundheitlichen Auswirkungen sich dadurch für die Betroffenen ergeben. Es ist an der Zeit, eine Neubewertung der PCB vorzunehmen, wenn die Exposition über die Raumluft erfolgt.

Nachweise

- (1)LEHNERT, G. et. al (1994): Referenzwerte für persistente Gefahrstoffe am Beispiel der Konzentration an Polychlorierten Biphenylen im Humanserum, Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 29: 454
- (2)HEUDORF, U. et. al. (1996): Biomonitoring auf PCDD/F und auf PCBs bei stark erhöhten Raumluftbelastungen, Umweltmed. Forsch. Prax. 1 (1): 6
- (3)LANDESGESUNDHEITSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1997): PCB-Konzentration im Blut von Erwachsenen: Einfluß von Innenraumbelastungen und anderen Faktoren, Abschlußbericht
- (4)LIFT, B. (1997): Das öffentliche Verwirrspiel um PCB-Belastungen in Schulen und Kindergärten, Arzt und Umwelt 10: 57
- (5)MINISTERIUM FÜR ARBEIT, GESUNDHEIT UND SOZIALES DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) (1992): Umweltmedizinische Untersuchungen bei Feuerwehrleuten
- (6)BENTHE, H.F. et. al. (1972): Aufnahme und Verteilung nach Inhalation polychlorierter Biphenyle (PCB). Arch. Toxikol. 29, (1972) S. 85, zit. nach Konietzko, Dupuis - Handbuch der Arbeitsmedizin, IV. -2.29.9.2 Polychlorierte Biphenyle, 10. Erg.Lfg. 7/93
- (7)APFELBACH, R. et al. (1998): The olfactory system as a portal of entry for airborne polychlorinated biphenyls (PCB) to the brain? Arch. Toxicol. 72: 314
- (8)UMWELTBUNDESAMT, Schreiben vom 27.02.96, Geschäftszeichen V 4.9 - 4/96
- (9)DFG (1988): Polychlorierte Biphenyle, Mitteilung XIII der Senatskommission zur Prüfung von Rückständen in Lebensmitteln 1988
- (10)COLBORN, T. (1996): Die bedrohte Zukunft, München

Anzeige



Valutect (Film)