

Altlasten im Fokus: PCB – Expertengespräch

13. Januar 2011, Köln

M. Steinhausen, W. Zschiesche

1 Einleitung

Polychlorierte Biphenyle (PCB) waren nach ihrem weltweiten Verbot 2001 aus dem Fokus des Interesses verschwunden. Doch wie schon häufig geschehen, ziehen einstige Fehleinschätzungen von Eigenschaften eines Arbeitsstoffes noch lange Zeit Konsequenzen nach sich. Gerade diejenigen Eigenschaften, die die als krebserzeugend verdächtigen PCB für die technische Anwendung interessant machten (elektrische Isolareigenschaften und chemische Beständigkeit), sind Ursache für die auch heute noch bestehende Gefährdung der Personen, die mit ihnen in Kontakt kommen (Bioakkumulation).

So machte die Situation in einem Unternehmen, das Großtransformatoren und Großkondensatoren recycelt (vgl. Abschnitt 6) deutlich, dass ein Verbot nicht gleichzeitig ein Problem beseitigt. Denn bei den Mitarbeitern dieser Firma wurden erhöhte Blutkonzentrationen an PCB gemessen, was nicht nur diese selbst schreckte, sondern auch deren Familienmitglieder sowie Anrainer dieser Firma, die sich ebenfalls als betroffen wählten.

In diesem Zusammenhang trafen sich Vertreter verschiedener Unfallkassen und Berufsgenossenschaften der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung am 15. Januar 2011 in Köln zu einem Erfahrungsaustausch. Das vorhandene Know-how zum Umgang mit PCB, die Kenntnisse zu den Belastungen und Gesundheitsgefährdungen durch PCB und die Erfahrungen mit geeigneten Schutz- und Vorsorgemaßnahmen an Arbeitsplätzen sollte gebündelt werden. Die dabei zusammengetragenen Informationen führten bereits zu mehreren Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift (Ausgabe Januar/Februar 2011), die u. a. Möglichkeiten erfolgreicher Sanierungs- und Beseitigungsmaßnahmen von PCB-Altlasten aufzeigen. Außerdem wurde das Human-Biomonitoring zur Überwachung der inneren Exposition von Beschäftigten an potenziell gefährdeten Arbeitsplätzen diskutiert [1].

In diesem Artikel werden nun die wichtigsten Ergebnisse des Expertengesprächs in allgemeiner Form zusammengetragen: Mit welchen Arten von Expositionen gegenüber PCB an Arbeitsplätzen ist derzeit zu rechnen? Welche gesundheitlichen Risiken bestehen beim Umgang mit PCB? Wie gelangen PCB in den menschlichen Organismus und wie groß ist die PCB-Belastung der Allgemeinbevölkerung, die in Form von sogenannten Referenzwerten beschrieben werden kann?

Dr. rer. nat. Marco Steinhausen,

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin.

PD Dr. med. Wolfgang Zschiesche,

Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medien-erzeugnisse, Köln.

Mittels des Human-Biomonitorings konnte bei den Mitarbeitern des Recycling-Unternehmens eine, in Relation zu den Referenzwerten, erhöhte innere Belastung mit PCB nachgewiesen werden, die auf den berufsbedingten Umgang mit PCB zurückzuführen ist. Für die Betroffenen legten die Unfallversicherungsträger in Abstimmung mit einem staatlichen Expertenkreis (zuständiges Landes-Arbeitsministerium, Staatlicher Gewerbearzt, zuständige Bezirksregierung, zuständiges Landes-Umweltministerium, zuständiges Landesamt für Umweltschutz, städtisches Gesundheitsamt, beauftragtes Institut für Arbeits- und Sozialmedizin der RWTH Aachen, beauftragte Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Bochum) ein Betreuungsprogramm auf. Das schon im September 2010 gestartete Betreuungsprogramm wurde den Vertretern der Unfallversicherungsträger ebenfalls in diesem Rahmen vorgestellt und wird an dieser Stelle kurz beschrieben.

2 Beruflich bedingte Expositionen gegenüber PCB

Trotz des Produktions- und Verwendungsverbots von PCB existieren auch derzeit noch Gefährdungen an Arbeitsplätzen aufgrund von PCB-Altlasten. PCB treten dabei in der Regel nicht in Form einer einzelnen Verbindung auf, sondern es handelt es sich um mehr oder weniger komplexe Gemische der unterschiedlichen PCB-Kongeneren (Biphenyle mit unterschiedlichen Chlorierungsgraden und Substitutionsmustern). Mit einer potenziellen Gefahr durch Expositionen gegenüber PCB an Arbeitsplätzen ist in verschiedenen Umfeldern zu rechnen.

2.1 Entsorgungs- und Wartungsarbeiten

Unterschiedliche Gerätetypen, wie Transformatoren oder Kondensatoren älterer Bauart, enthalten PCB in geschlossenen Systemen. Bei der Entsorgung werden diese Geräte zerlegt, wobei die Beschäftigten in direkten Kontakt mit PCB kommen können. Aber auch bei der Wartung besteht die Gefahr einer Kontamination. Nach Schätzungen könnten über 10 % der im Betrieb befindlichen Transformatoren in Deutschland (in möglicherweise nicht leicht zu ermittelnden Besitzverhältnissen) PCB-belastet sein.

2.2 PCB-belastete Räume/Gebäude

Viele Baustoffe und Bauteile von Gebäuden enthielten PCB, um deren Eigenschaften zu verbessern. Wurden sie offen verbaut, gelangen die PCB aus diesen Primärquellen in die Innenraumluft. Sekundärquellen hingegen sind Bauteile oder Gegenstände, die durch direkten Kontakt mit Primärquellen oder indirekt über die belastete Raumluft kontaminiert worden sind. Auch sie vermögen die an der Oberfläche angelagerten PCB wieder in die Raumluft zu entlassen. In beiden Fällen handelt es sich um überwiegend nieder chlorierte PCB, da diese leichter flüchtig sind. Es besteht die Gefahr einer chronischen inhalativen Exposition für die in diesen Räumen tätigen Beschäftigten. Die Zahl der nicht sanierten Gebäude in Deutschland wird auf über 1 000 geschätzt.

2.3 Sanierungsarbeiten

Bei der Sanierung von PCB-belasteten Gebäuden oder Arbeitsplätzen ist mit dem direkten Kontakt der Beschäftigten zu Primär- und Sekundärquellen sowie mit einer inhalativen Aufnahme von PCB zu rechnen. Während der Sanierungsmaßnahmen ist z. B. aufgrund von Staubaufwirbelungen ein starkes Ansteigen der Raumluftkonzentrationen möglich. In Deutschland sind möglicherweise nur wenige Firmen mit der nötigen Sachkunde in der Sanierung von PCB-belasteten Gebäuden tätig.

2.4 Verschleppte Expositionen

Kommen Personen in direkten Kontakt zu PCB, besteht die erhebliche Gefahr einer Verschleppung aus dem Arbeitsbereich heraus. An der Kleidung anhaftende Partikel bzw. Flüssigkeiten können bei unzureichender Arbeitshygiene z. B. bis in Privatfahrzeuge oder -wohnungen verbreitet werden.

3 Gesundheitliche Effekte

Die Beurteilung der Gesundheitsgefährdungen durch PCB gelingt nicht einheitlich für die gesamte Stoffgruppe. Es ist zu unterscheiden zwischen nieder und höher chlorierten sowie koplanaren (sogenannten Dioxin-ähnlichen-, Dioxinlike- oder DL-PCB) und nicht koplanaren PCB. Die unterschiedlichen PCB zeigen eine große Variation in ihrer Verteilung im Organismus, ihrer biologischen Halbwertszeit, der Art und dem Ausmaß möglicher Wirkungen, der Verstoffwechslung und den dabei entstehenden – möglicherweise ebenfalls schädlichen – Metaboliten. Daher ist bei der Beurteilung der Expositionen in konkreten Fällen auch immer die Kongenerenverteilung zu beachten. Ebenfalls sollte eine Kontamination mit chlorierten Dioxinen und Furanen in Erwägung gezogen werden. Über aktuelle Kenntnisse der krebserzeugenden Wirkung von PCB wurde bereits im Heft Januar/Februar 2011 dieser Zeitschrift berichtet [2]. Ausführliche Beschreibungen der toxikologischen Eigenschaften von PCB finden sich in der Literatur (z. B. [3; 4]). Im Folgenden wird daher nur kurz auf mögliche gesundheitliche Schädigungen eingegangen, die auf PCB zurückzuführen sind.

3.1 Akute und chronische Wirkung

Akut toxische Effekte sind nur bei hohen Dosen bekannt, die zu Reizungen der Haut, der Schleimhäute und der Atemwege führen. Chronische Belastungen wirken auf die Haut (Pigmentierungsstörungen, Entzündungen, Chlorakne), die Leber (Leberwertveränderungen, Funktionsstörungen), das Nervensystem (periphere Nervenschädigungen, Hirnleistungsminderung), den Hormonstoffwechsel und das Immunsystem.

3.2 Krebserzeugende Wirkung

Krebserzeugende Wirkungen von PCB sind zumindest durch Tierversuche nachgewiesen, wobei es sich überwiegend um tumorfördernde Wirkungen handelt. Weiterhin werden Karzinome der Leber, Lunge und Haut, Schilddrüse und Bauchspeicheldrüse als Folge einer PCB-Belastung diskutiert. Darüber hinaus sind aber vielfältige Veränderungen des Stoffwechsels nachgewiesen, deren mögliche Bedeutung für die Verursachung von Gesundheitsschädigungen aber noch nicht verstanden ist [2].

3.3 Einstufungen

In der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS 900) sind aktuell zwei Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) für Luftkonzentrationen von PCB gelistet: 0,7 g/m³ für chlorierte Biphenyle mit einem Chlorgehalt von 54 % sowie 1,1 mg/m³ mit einem Chlorgehalt von 42 %. Des Weiteren sind sie als hautresorptiv (H) und möglicherweise fruchtschädigend (Z) gekennzeichnet. Diese Luftgrenzwerte beruhen auf Empfehlungen für Maximale Arbeitsplatz-Konzentrationen (MAK-Werte) der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), die allerdings schon aus dem Jahr 1958 stammen. Die übrigen Einstufungen lauten: Spitzenbegrenzung Kategorie II, Überschreitungsfaktor 8 (von 2002), hautresorptiv H (1969), krebserzeugend Kategorie 3B (1989) und fruchtschädigend Kategorie B (1985). Ein BAT-Wert (Biologischer Arbeitsstoff-Toleranzwert) wurde nicht abgeleitet [5].

Die International Agency for Research on Cancer (IARC) stuft PCB im Jahr 1987 in die Gruppe 2A als wahrscheinlich krebserzeugend für Menschen ein [6]. Die toxikologische Grenzwertbegründung der USA stammt aus dem Jahr 1992 (Überarbeitung 2000, ohne Grenzwertänderung) [7], die Grenzwerte stimmen mit denen in Deutschland überein. Gemeinsam ist allen Grenzwertfestlegungen und Evaluationen, dass sie meist Jahrzehnte alt sind und sich somit die Frage der Validität der Beurteilung nach heutigen Erkenntnissen stellt.

4 Aufnahme

PCB gelangen über den Verdauungstrakt, die Lunge oder die Haut ins Blut. Die Resorptionsrate für die unterschiedlichen Kongenere im Verdauungstrakt kann bis zu 90 % betragen. Für den inhalativen und dermalen Pfad sind keine genauen Raten bekannt. PCB werden dann – je nach Struktur – im Fettgewebe, der Muskulatur, der Leber, dem Nervengewebe und nach Überwindung der Blut-Hirn-Schranke im Gehirn angereichert. Sie überwinden die Plazentaschranke und finden sich auch in der Muttermilch [3; 8].

Bei beruflich bedingten Expositionen sind sowohl der dermale als auch der inhalative Aufnahmeweg von Bedeutung. In die Lunge gelangen PCB gasförmig (nieder chlorierte PCB) oder auch gebunden an Partikel.

Die biologische Halbwertszeit von PCB variiert je nach Chlorierungsgrad und Substitutionsmuster zwischen wenigen Monaten oder kürzer (meist nieder chlorierte PCB) bis hin zu Jahrzehnten (meist höher chlorierte PCB). Kongenere mit großen biologischen Halbwertszeiten reichern sich mit zunehmendem Lebensalter im Organismus an.

PCB sind in der Umwelt trotz des weltweiten Produktions- und Verwendungsverbots wegen ihrer jahrzehntelangen Nutzung in Verbindung mit hoher Persistenz ubiquitär (in Luft, Gewässern, Sedimenten, Böden, Klärschlämmen) verbreitet. Besonders die höher chlorierten PCB sind stark lipophil und reichern sich daher in fetthaltigen Geweben an. Demzufolge besteht eine Grundbelastung der Bevölkerung mit höher chlorierten PCB vor allem durch die Aufnahme mit fettreichen tierischen Nahrungsmitteln. Einflüsse auf die individuelle PCB-Belastung im Blut haben u. a. das Essverhalten, das Gewicht, Gewichtsschwankungen, der Fettgehalt des Blutes, die regionale und internationale Herkunft oder bei Kindern auch das Stillverhalten der Mütter. Die tägliche Aufnahme von PCB aufgrund von nicht arbeitsbeding-

ten Umweltbelastungen wurde für Deutschland Ende der 1980er Jahre auf ca. 0,05 µg/kg Körpergewicht (KG), in den 1990er Jahren auf durchschnittlich 0,02 µg/kg KG geschätzt (vgl. Abschn. 5) [9]. Festzuhalten ist, dass es sich hierbei nahezu ausschließlich um höher chlorierte PCB handelt. Nieder chlorierte PCB sind in der Allgemeinbevölkerung in der Regel nicht oder nur geringfügig über der analytischen Nachweisgrenze nachweisbar.

Diese Hintergrund- oder Grundbelastung kann durch Referenzwerte beschrieben werden. Referenzwerte stellen das obere 95. Perzentil der Werte dar, die in einer beruflich nicht belasteten und als repräsentativ anzusehenden Bevölkerungsgruppe nachweisbar sind. Sie sind somit „statistisch ermittelte Werte, welche die obere Grenze der derzeitigen ubiquitären Grundbelastung kennzeichnen. Sie können als Kriterien verwendet werden, um Messwerte von Einzelpersonen oder Personengruppen als „erhöht“ oder „nicht erhöht“ einzustufen. Eine umweltmedizinisch-toxikologische Bewertung von Belastungssituationen ist anhand von Referenzwerten nicht möglich“ [10]. Es handelt sich also um ein rein statistisches „Lagemaß“, das die Belastungssituation der Allgemeinbevölkerung beschreibt und das alters- und geschlechtsabhängig, regional und durch Verhaltensweisen oder Gewohnheiten unterschiedlich sein kann und sich im zeitlichen Verlauf verändern kann. Zu einer etwaigen gesundheitlichen Auswirkung oder zu einem etwaigen Fehlen von Gesundheitsgefahren sagen Referenzwerte folglich nichts aus.

5 Referenzwerte

Das Umweltbundesamt hat in einer Bekanntmachung von 1999 auf repräsentativer Basis Referenzwerte der beruflich nicht PCB-belasteten Allgemeinbevölkerung in Deutschland für die üblicherweise durch die Nahrung zugeführten höher chlorierten PCB sowohl im Vollblut als auch im Plasma publiziert (nach Konvention werden bestimmt: PCB-138, -153, -180 und deren Summe). Die Daten wurden im Zeitraum 1994/1995 erhoben (Bild 1). Aufgrund der langen biologischen Halbwertszeit reichern sich höher chlorierte PCB im Laufe des Lebens im menschlichen Organismus an und führen mit zunehmendem Lebensalter zu steigenden Blutwerten bei der Allgemeinbevölkerung. Dementsprechend sind die Referenzwerte nach Altersklassen geschichtet. Die Plasmakonzentrationen liegen jeweils oberhalb der Vollblutkonzentrationen, da sich PCB im Blutfett und somit in der Plasma- bzw. Serum-Fraktion des Blutes anreichern. Eine grafische Darstellung der Referenzwerte zeigt Bild 1.

In etlichen Veröffentlichungen wird der PCB-Gehalt alternativ auf das Blutfett (ng/g lipid) bezogen.

Im Jahre 2005 hat das Umweltbundesamt seine Daten für die PCB-Werte im Vollblut aktualisiert (Datenbasis von 1997/1999), wobei im Durchschnitt niedrigere Referenzwerte der PCB-Belastung resultieren [10]. Wegen des PCB-Verbots ist von einem weiteren Absinken der allgemeinen PCB-Hintergrundbelastung im Blut bzw. Plasma auszugehen. Hierauf deuten auch neuere Publikationen zu beruflich unbelasteten Kollektiven hin [11; 12].

Somit ist erkennbar, dass das in Deutschland und weiten Teilen auch international geltende und umgesetzte Verbot für die Herstellung und In-Verkehr-Bringung von PCB wirksam ist und die Belastung der Allgemeinbevölkerung erkennbar verringert.

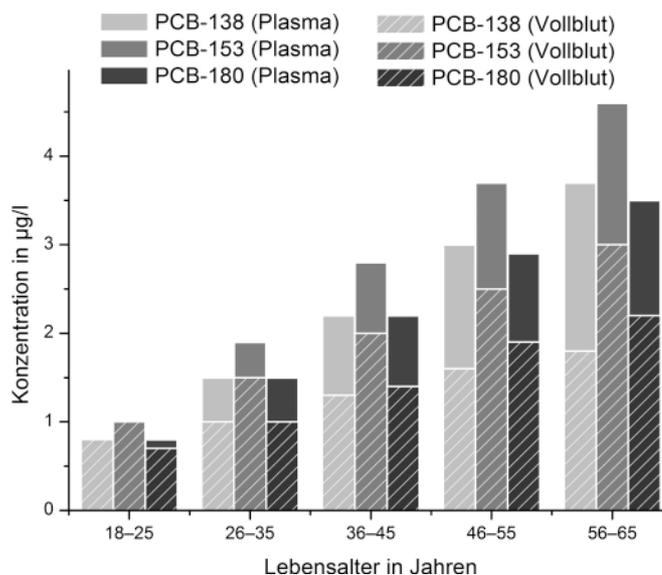


Bild 1. Referenzwerte für PCB 1999.

Für die nieder chlorierten PCB existieren derzeit keine Referenzwerte, da bei den durchgeführten Studien die Anzahl der Proben mit Blutkonzentrationen oberhalb der analytischen Bestimmungsgrenzen zu gering war. Aufgrund der besseren Abbaubarkeit im Vergleich mit den höher chlorierten PCB besitzen sie keine hohe Akkumulationstendenz im Organismus [10]. Werden im Blut von Personen erhöhte Werte von niederchlorierten PCB gemessen, deutet dies daher auf eine im Allgemeinen nicht durch die Nahrung zugeführte Belastung hin, sondern ist in der Regel auf Expositionen am Arbeitsplatz oder in Innenräumen zurückzuführen.

6 PCB-Belastung von Beschäftigten eines Recycling-Betriebs

Das Betätigungsfeld der Firma bestand in der Entsorgung von Leistungskondensatoren mit PCB-haltigem Isolieröl, Transformatoren mit PCB-haltigen Transformatorenöl, UTD-Trafos (Transformatoren aus Untertagedeponien) sowie Transformatoren mit PCB-freiem Transformatorenöl. Schon 2006/2007 ermittelte das zuständige Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz erhöhte PCB-Luftwerte in der Umgebung des Betriebs. Erst durch weitere Untersuchungen (Gemüseproben in umliegenden Kleingärten, Staubniederschlagsmessungen im Umfeld, Graskulturen) und einen anonymen Hinweis eines Firmenmitarbeiters fiel der Verdacht auf den Recycling-Betrieb. Kehrproben auf dem Firmengelände bestätigten den Verdacht [13].

Als Folge der Kontaminationen untersuchte das zuständige städtische Gesundheitsamt in großem Umfang beruflich exponierte Beschäftigte sowie Mitarbeiter aus Nachbarfirmen auf deren PCB-Gehalt im Blutplasma. Um eine vergleichbare repräsentative Referenzbasis herzustellen, wurden die Werte des Umweltbundesamtes (UBA) für die höher chlorierten PCB im Plasma aus der Publikation von 1999 herangezogen, da neuere Untersuchungen der Allgemeinbevölkerung mit repräsentativem Charakter nur für Vollblut, nicht aber für Blutplasma vorliegen. Blutplasma bzw. Blutserum sind jedoch angesichts der Anreicherung von PCB in dieser Blutfraktion für das Biomonitoring zu bevorzugen.

Bei den 30 Beschäftigten mit der höchsten Belastung liegt der Summenwert der drei höher chlorierten PCB (PCB-135, PCB-153, PCB-180) im Median (50. Perzentil) etwa um den

Faktor 6, im oberen 95. Perzentil um den Faktor 30 über dem Referenzwert der Altersgruppe von 26 bis 35 Jahren. Die Einzelwerte sind in **Bild 2** dargestellt. Insgesamt wurden bei etwa 1 000 Personen (Beschäftigte im Bereich des Recyclings von Großtransformatoren und Großkondensatoren und die mit ihnen in Kontakt stehenden Personen; Arbeitnehmer aus umliegenden Firmen; Anlieger) weitere Blutuntersuchungen durchgeführt. Erhöhte Blutwerte konnten teilweise auch bei den Kontaktpersonen (z. B. Familienmitgliedern) der versicherten Beschäftigten nachgewiesen werden. Ebenso wiesen die Wohnbereiche der Betroffenen in einigen Fällen erhöhte PCB-Belastungen auf.

Die nieder chlorierten PCB (nach Konvention werden bestimmt: PCB-28, -52, -101) sind in der Allgemeinbevölkerung überwiegend nicht nachweisbar, die Nachweisgrenzen liegen zwischen 0,1 µg/l Blutplasma (älterer Standard) und 0,01 µg/l Blutplasma (neuerer Standard). Demgegenüber wurden sie bei den 30 am höchsten belasteten Mitarbeitern im direkten Bereich der Recycling-Arbeiten eindeutig nachgewiesen [14]. Der Nachweis dieser PCB deutet auf eine nicht durch die Nahrung zugeführte Belastung hin und kann als zusätzlicher Indikator für Expositionen in jüngerer Vergangenheit gewertet werden. Im Falle des PCB 28 liegt der Median (50. Perzentil) bei 3,67, das 95. Perzentil (Bild 2) dieser Beschäftigten bei 85,97 µg/l Plasma.

Als Grund für die hohen PCB-Belastungen konnten die Experten der staatlichen Aufsichtsbehörden und des zuständigen Unfallversicherungsträgers einige ungenehmigte Vorgehensweisen der Firma nach Modifizierungen im Entsorgungsprozess von Kondensatoren und Transformatoren ausmachen: Offenes Aufschlagen und Zersägen von Kondensatoren und Zerlegen von Transformatoren. Die dabei zur Verfügung gestellten Persönlichen Schutzausrüstungen waren einerseits ungeeignet (Papiereinweganzug Kat III Typ 5 und 6 beim offenen Umgang mit PCB-haltigen Flüssigkeiten, Nitril-Baumwoll-Handschuhe und Nitrilkautschuk-Handschuhe Kat. III mit zu geringen Durchbruchzeiten), andererseits wurden sie zu selten ausgetauscht. Derzeit wird davon ausgegangen, dass die erhöhten PCB-Blutwerte auf dermale Aufnahme zurückzuführen sind.

7 Betreuungsprogramm für die Betroffenen durch die Unfallversicherungsträger

Nach dem Bekanntwerden von erhöhten PCB-Blutwerten bei den Beschäftigten reagierten die Unfallversicherungsträger umgehend: So werden die Betroffenen seit dem 1. September 2010 durch ein (lebenslanges) Betreuungsangebot sowie ein medizinisches Untersuchungsprogramm umfassend und intensiv (auf freiwilliger Basis) begleitet. Bei den Betroffenen handelt es sich um etwa 300 Personen mit erhöhten Blutwerten, wobei ein Blutwert schon dann als erhöht angesehen wurde, wenn er oberhalb der Referenzwerte bzw. im Falle der nieder chlorierten PCB oberhalb der Nachweisgrenze lag. Aber auch Personen, bei denen keine erhöhten Werte ermittelt wurden, konnten auf Wunsch an einer einmaligen medizinischen Untersuchung teilnehmen. Federführend für Organisation und Abwicklung war die Bezirksverwaltung Köln der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM). Mit der Durchführung des Betreuungsangebots sowie der wissenschaftlichen Auswertung der Daten wurde das Institut für Arbeits- und Sozialmedizin der Rheinisch-Westfälischen Tech-

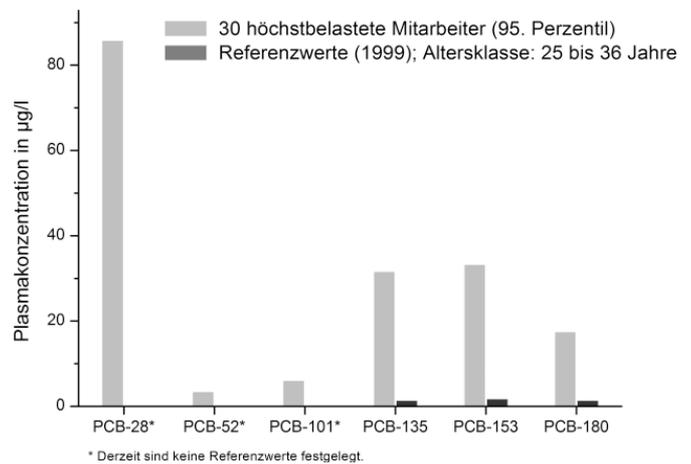


Bild 2. PCB-Plasmakonzentration der 30 höchstbelasteten Mitarbeiter im Bereich Recycling.

nischen Hochschule Aachen (Leitung Prof. Dr. med. *Thomas Kraus*) betraut.

In einem ersten Untersuchungsteil wurden dabei nach einer Anamnese klinisch-körperliche, klinisch-neurologische und eingehende hautärztliche Untersuchungen durchgeführt. Wurden bei der PCB-Analytik erhöhte Blutwerte festgestellt, schloss sich eine Dioxinanalytik an. Es besteht die Möglichkeit einer psychologischen Betreuung. Bei erhöhten Blutwerten folgte ein zweiter Untersuchungsteil. Dieser umfasst Stoffwechseluntersuchungen einschließlich tumorpromovierender Wirkung (Leber, Porphyrie, Aktivierung von Cytochromoxidasen), Testung der Immun-Parameter im Blut, eine periphere neurologische Untersuchung, standardisierte psychometrische Testungen sowie bei anamnestischen Hinweisen auf Atemwegsirritationen ein Lungenfunktionstest. Weiterhin wurden ein eingehender Hormonstatus sowie in unspezifischer Form potenzielle Risikofaktoren für maligne Erkrankungen bestimmt (Comet-Assay, Antioxidantienstatus, RNA-Untersuchungen (unspezifisch), individueller Morbiditäts- und Mortalitätsstatus). Erste Erkenntnisse, die aus den durchgeführten Untersuchungen abgeleitet werden können, werden noch in diesem Jahr erwartet.

8 Diskussion

Das vorgestellte Beispiel zeigt viele Facetten von Aspekten des Arbeitsschutzes, wie sie für die schon lange verbotenen PCB sicher nicht mehr erwartet wurden. So führten nicht adäquate Erfassungsmaßnahmen bei einem Arbeitsprozess zur Kontamination der Umwelt in der Umgebung des Betriebes, die erste Hinweise auf die Problematik lieferte. Die Untersuchung von Materialproben (Kehrproben) identifizierten dann eindeutig die Quelle des Schadstoffes. Mithilfe des Human-Biomonitorings der PCB-Plasmakonzentrationen bei den Beschäftigten konnte dann die berufliche Exposition eindeutig nachgewiesen werden. Weiterhin ist damit eine Möglichkeit zur arbeitsmedizinischen Vorsorge in Betrieben gegeben, die auch aktuell noch Umgang mit PCB haben.

Letzteres ist ein beredtes Beispiel für die Bedeutung des Human-Biomonitorings. Dieses ist insbesondere bei Gefahrstoffen mit längerer biologischer Halbwertszeit und bei Stoffen mit hoher Akkumulationstendenz oft die einzige Möglichkeit, eine länger zurückliegende Exposition noch verlässlich nachzuweisen. Von besonderer Bedeutung ist das

Human-Biomonitoring auch bei perkutaner Resorption, da in diesen Fällen eine Luftmessung zu falsch niedrigen Belastungseinschätzungen führen würde (was auch bei diesem Recycling-Betrieb der Fall war). Für alle diese Indikationen des Biomonitorings stellt der vorliegende Fall des Recyclings PCB-haltiger Materialien geradezu ein Paradebeispiel dar. Hinzuweisen ist in jedem Fall auf die unbedingt notwendige Qualitätssicherung sowohl der Analytik als auch der präanalytischen Phase (Probenahmezeitpunkt, Probenahmegefäße, Behandlung der Proben (z. B. Konservierung, Zentrifugation), Versand). Es sollten deshalb nur Labore ausgewählt werden, die regelmäßig an qualitätssichernden Maßnahmen teilnehmen, insbesondere an Ringversuchen von Fachgesellschaften (z. B. Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin) [15].

Es zeigt sich, dass eine Überwachung der Freisetzung von obsoleten Gefahrstoffen an Arbeitsplätzen noch notwendig sein kann, dass aber auf jeden Fall die kurzfristige Durchführbarkeit gewährleistet sein muss. Daher ist es wichtig, auch für diese Stoffe die entsprechenden Analysemethoden von Luft- und Materialproben sowie auch Human-Biomonitoring-Verfahren, jeweils mit entsprechend niedrigen und angepassten Bestimmungsgrenzen, bereit zu halten und gegebenenfalls weiterzuentwickeln.

Nach Einführung des Verwendungsverbotes wurde gesundheitlichen Gefährdungen durch PCB in der Arbeitswelt keine besondere Aufmerksamkeit mehr geschenkt. Auch eine Weiterentwicklung der Grenzwertfestlegungen für Beschäf-

tigte erfolgte angesichts des lediglich noch als „Altlasten“ angenommenen Charakters nicht mehr. Das vorliegende Beispiel zeigt jedoch, dass aus derartigen, längst vergessenen geglaubten Emissionsquellen noch relevante Expositionen der arbeitenden Bevölkerung wie auch von Kontaktpersonen und Anrainern resultieren können.

Im Falle der PCB ist in den letzten Jahren intensiv geforscht worden (vgl. z. B. [2]), sodass nach der letzten Festlegung des MAK-Werts bzw. ihrer Einstufung zahlreiche neue Erkenntnisse vorliegen dürften. Infolgedessen wird sich die Senatskommission der DFG zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (MAK-Kommission) aus aktuellem Anlass mit den neuen Erkenntnissen zur chronischen Toxizität, zur Kanzerogenität und zur Genotoxizität der PCB-Kongeneren beschäftigen, um gegebenenfalls ihre Einschätzung zum Gefährdungspotenzial durch PCB zu aktualisieren [16]. Eine Schwierigkeit dabei wird sein, dass die einzelnen PCB-Kongeneren jeweils aufgrund ihrer verschiedenen Wirkungsweise und Wirkstärke unterschiedlich zu bewerten sein werden. So ist derzeit, obwohl die Blutkonzentrationen der betroffenen Mitarbeiter bekannt sind, das Ausmaß ihrer Gefährdung aufgrund bisher nur unzureichend bekannter Dosis-Wirkungs-Beziehungen kaum einzuschätzen [1]. Die Auswertung der Daten aus dem Betreuungsprogramm der Beschäftigten, deren Kontaktpersonen und der Anlieger des Recyclingbetriebs soll einen wesentlichen Beitrag zur Schließung dieser Kenntnislücke leisten.

Literatur

- [1] Drexler, H.; Kraus, T.: Biomonitoring polychlorierter Biphenyle. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 71 (2011) Nr. 1/2, S. 20-24.
- [2] Robertson, L. W.; Ludewig, G.: Polychlorinated Biphenyl (PCB) carcinogenicity with special emphasis on airborne PCBs. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 71 (2011) Nr. 1/2, S. 25-32.
- [3] Marquardt, H.; Schäfer, S. G. (Hrsg.): Lehrbuch der Toxikologie. 2. Aufl. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2004.
- [4] Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to the presence of non dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCB) in feed and food. The EFSA Journal 284 (2005), S. 1-137.
- [5] Greim, H. (Hrsg.): Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe. Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-Werten (Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen) der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Chlorierte Biphenyle. 34. Lfg. Weinheim: Wiley-VCH 2002 – Losebl.-Ausg.
- [6] Overall evaluations of carcinogenicity: An updating of IARC monographs. Volumes 1 to 42. Hrsg.: International Agency for Research on Cancer (IARC), Lyon. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Supplement 7 (1987), S. 321-326. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/suppl7/index.php>
- [7] Polychlorinated biphenyls (PCBs) (Arochlors). Hrsg.: U. S. Environmental Protection Agency (EPA). <http://www.epa.gov/ttnatw01/hlthef/polychlo.html>
- [8] Referenzwerte für HCB, β -HCH, DDT und PCB in Frauenmilch. Hrsg.: Kommission „Human-Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes. Bundesgesundheitsbl. Gesundheitsforsch. Gesundheitsschutz 42 (1999), S. 533-539.
- [9] Stoffmonographie PCB – Referenzwerte für Blut. Bundesgesundheitsbl. Gesundheitsforsch. Gesundheitsschutz 42 (1999), S. 511-521.
- [10] Aktualisierung der Referenzwerte für PCB-138, -153, -180 im Vollblut sowie Referenzwerte für HCB, β -HCH und DDE im Vollblut. Bundesgesundheitsbl. Gesundheitsforsch. Gesundheitsschutz 46 (2003), S. 161-168.
- [11] Schettgen, T.; Gube, M.; Alt, A.; Fromme, H.; Kraus, T.: Pilot study on the exposure of the German population to non-dioxin-like and dioxin-like PCBs. Int. J. Hyg. Environ. Health (2011), doi: 10.1016/j.ijheh.2011.04.002
- [12] Wittsiepe, J.; Schrey, P.; Lemm, F.; Eberwein, G.; Wilhelm, M.: Polychlorinated dibenzo-p-dioxins/polychlorinated dibenzofurans (PCDD/Fs), polychlorinated biphenyls (PCBs), and organochlorine pesticides in human blood of pregnant women from Germany. J. Toxicol. Environ. Health A 71 (2008), S. 703-709.
- [13] Was ist bisher passiert? Hrsg.: Stadt Dortmund. www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/gesundheit/pcb/chronologie_infos/index.html
- [14] Blutuntersuchungen – Ergebnisse. Hrsg.: Stadt Dortmund. www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/gesundheit/pcb/gesundheit_pcb/blutuntersuchungen/ergebnisse_blutuntersuchungen/index.html
- [15] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Biomonitoring (TRGS 710). Ausg. 2/2000. <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS-710.html>
- [16] Hartwig, A.: Polychlorierte Biphenyle (PCB), weltweit verboten – überall präsent? Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 71 (2011) Nr. 1/2, S. 1-2.