

Blei (Pb) – das neurotoxische Umweltgift

Vorkommen: In der Natur als gediegenes Metall, hauptsächlich jedoch in Form anorganischer Verbindungen. Durchschnittswerte: Gesteine und Sedimente 10–20 ppm, Böden 10–20 ppm, Oberflächengewässer 1–10 µg/l, Grundwasser 1–60 µg/l, Meerwasser 0,01–0,05 µg/l. Der Bleigehalt der Atmosphäre ist im wesentlichen auf Verwehungen bleihaltigen Staubes, Vulkanausbrüche, Waldbrände ec. zurückzuführen und wird auf 0,006 µg/m³ geschätzt.

Das wichtigste und am häufigsten in der Natur vorkommende Bleierz ist der Bleiglanz (PbS). Die anderen natürlichen Bleiverbindungen, wie z. B. Weißbleierz (Cerussit, PbCO₃), Boulangerit (5 PbS × 2 Sb₂S₃) und gediegenes Blei sind wesentlich seltener.

Als Ausgangsmaterial für die Herstellung von Blei dient fast ausschließlich der Bleiglanz. Die wichtigsten Vorkommen finden sich in abnehmender Reihenfolge in: den USA, Australien, UdSSR, Kanada, Mexiko, Westdeutschland, Bulgarien und Peru. Die Weltreserven werden auf 123 Mio. t, die übrigen Ressourcen auf 1250 Mio. t, und die Ressourcenbasis (in der Erdrinde) auf 290 × 10⁶ Mio. t geschätzt.

Die Bleiproduktion betrug im Jahre 1982 351 000 t. Blei wird überwiegend in der Akkumulatorenindustrie, für Kabelummantelungen, Formgußteile, früher für Wasserrohre, Strahlenschutzplatten, Gewichte und Ballaste, Farbherstellung, Chemikalien und für Legierungen verwendet. Organische Bleiverbindungen (Bleitetraethyl, Bleitetramethyl) wurden dem Benzin als Antiklopfmittel zur Erhöhung der Oktanzahl beigemischt. Weltweit werden durchschnittlich etwa 40% des Bleiverbrauchs durch Recycling gewonnen (hauptsächlich aus Bleibatterien, Kabelummantelungen, Rohren, Bleitelern usw., dieser Anteil kann noch steigen).

Beträchtliche Bleiemissionen treten bei Metallhütten, bleiverarbeitenden Betrieben, Kohlefeuerungs- und Müllverbrennungsanlagen sowie durch den

Kraftfahrzeugverkehr auf. Die Emission über Abluft, Abwässer und Schlämme betrug im Jahre 1980 ca. 5650 t. Davon entfielen auf die Abluft ca. 5440 t, davon wiederum 3000 t auf Verkehrsemissionen.

Die während der Verbrennung in Ottomotoren aus Bleialkylen entstehenden Bleioxide (Rückstände im Motor) müssen durch Zusatz sogenannter Saverger (-Bleiaus Träger- 1,2-Dibromethan EBD und 1,2-Dichlorethan EDC in stöchiometrischem Verhältnis zu den Bleialkylen) in die leichter flüchtigen Bleibromide und Bleichloride umgewandelt werden, um aus dem Motor ausgetragen werden zu können. Die Zugabe des kanzerogenen 1,2-Dibromethan und des als kanzerogen verdächtigen 1,2-Dichlorethan korreliert also direkt mit dem Zusatz der bleihaltigen Antiklopfmittel. Der Übergang zum bleifreien Benzin im Rahmen der europäischen Einführung des Katalysators beendet daher auch die EBD- und EDC-Emissionen durch den Kraftverkehr.

Der atmosphärische Bleigehalt beträgt in Städten 1–3 µg/m³, an verkehrsreichen Straßen 20–40 µg/m³ und in ländlichen Gebieten unter 1 µg/m³. Blei wird nicht abgebaut, ist wenig mobil und reichert sich im Boden an. Die Pflanzenverfügbarkeit wird als gering bis mittel eingestuft. Hauptbelastungsquelle für den Menschen ist die Nahrung. Die in der Atmosphäre verteilten Bleipartikel führen zu einer Kontamination des Bodens. Über die Nahrungskette gelangt dann das Blei in den menschlichen Körper. Dort wo noch bleihaltige Wasserleitungsrohre im Gebrauch sind, muß mit ökonomischen Bleivergiftungen gerechnet werden. Wasser kann je nach Kohlensäure-, Sauerstoff- und Nitratgehalt Blei aus den alten Rohren herauslösen.

Wirkungscharakter:

Bei den üblichen Bleibelastungen von Luft, Nahrung und Trinkwasser ergibt sich für den Erwachsenen eine tägliche Gesamtleit Zufuhr von ca. 250 µg/Per-

son. Davon entfällt 80% auf Lebensmittel und Getränke, ca. 15% auf Trinkwasser und etwa 5% auf die Luft. Trinkwasser- und Luftanteil können sehr viel höher liegen (Bleirohre, Emittentennähe). Zu Vergiftung kann es durch die Inhalation von Blei oder seinen Verbindungen in Form von Staub, Dampf und Rauch kommen. Die Aufnahme über die Lunge ist der häufigste, schnellste und somit auch der gefährlichste Vergiftungsweg für die akute Form. Einatmen von Bleipartikeln kann innerhalb von wenigen Tagen zum Tod führen. Die Bleilast des Körpers wird mit 100–400 mg angegeben.

Blei wird hauptsächlich im Knochen gespeichert (90–95% des Gesamtkörperbleis beim Erwachsenen, 65% bei Kindern). Der Rest ist im Blut, in der Leber und in den Nieren gebunden. Das Blut enthält ca. 1% des Gesamtkörperbleis, wobei über 90% in den Erythrozyten enthalten sind. Die mittlere Bleiblutkonzentration liegt in der Bevölkerung um 10–15 µg/l. Vergiftungen können Personen aufweisen, die noch in Haushalten mit Bleiwasserrohren leben oder in der Umgebung von Bleimittelen. Besonders betroffen sind Selbstversorger (Obst- und Gemüseanbau in Belastungsgebieten). Kinder sind durch die höhere Resorptionsrate über den Magen-Darm-Trakt besonders gefährdet. Auch führt ihr Spielverhalten zu einer höheren Belastung durch Staub. Die biologische Halbwertszeit für Blei beträgt je nach Gewebeart Tage (Blut, Weichteile) bis 10 Jahre (Knochen). Blei wird über Urin, Fäces (hauptsächlich Gallenflüssigkeit), Haut, Schweiß und Haare ausgeschieden. Blei ist kein elementares Spurenelement. Seine toxische Wirkung beruht auf der Inaktivierung verschiedener Enzyme durch Blockierung von Thiogruppen und Verdrängung anderer Metallionen. Blei hemmt vor allem die Synthese des Hämoglobins auf mehreren Stufen. Es hat außerdem eine direkte toxische Wirkung auf die Erythrozyten. Bei hoher Bleibelastung tritt dadurch eine Anämie auf. Höhere

Bleikonzentrationen schädigen auch die Selbstreinigung der Lunge.

Bleivergiftung: Symptome

Akute Bleivergiftungen treten selten auf und zeigen zumeist folgende Symptome: Speichelfluß, Erbrechen, Darmkoliken, Verstopfung, akutes Nierenversagen, Enzephalopathie (besonders bei Kindern), in schweren Fällen Tod nach wenigen Tagen. Sehr giftig sind Bleitetraalkyle, wobei das hydrolysierte Trialkylblei-Ion biologisch besonders aktiv ist und Gehirnödem verursacht.

Chronische Bleivergiftungen: Führen subjektiv zu: Schwächegefühl, Appetitlosigkeit, Müdigkeit, Nervosität, Übelkeit, Kopfschmerzen, Magenschmerzen, Koliken und Impotenz. Objektivieren lassen sich: Blässe, Gewichtsabnahme, Obstipation, Tremor, Streckerschwäche, Amenorrhoe, erhöhte Ausscheidung von Delta-Aminolävulinäure im Urin, Porphyrurie, erhöhter Bleiblutspiegel, basophil getüpfelte Erythrozyten und Erythroblasten, früher auch Bleisaum an den Zähnen.

Es liegen zahlreiche Untersuchungsergebnisse aus den letzten Jahren vor, die Schädigungen des zentralen und peripheren Nervensystems als Folge beruflicher oder umweltbedingter Bleiexposition beweisen: Bei Blutbleikonzentrationen über 200 µg/l treten Verminderung der Nervenleitgeschwindigkeit sowie elektromyographische Leistungs- und Verhaltensstörungen (Wahrnehmung, Motorik, Gedächtnis, Konzentration, Stimmung, Affektivität) bei leichten chronischen Vergiftungen auf, bei schweren finden sich in erhöhtem Maße depressive und feindselige Verhaltensweisen sowie eine Störung des Allgemeinbefindens. Es besteht ein Zusammenhang zwischen vorgeburtlicher und/oder frühkindlicher Bleibelastung und neuropsychologischen Auffälligkeiten wie Hyperaktivität, feinmotorische Störungen, visuelle Funktionsstörungen, Intelligenzminderungen.

Toxizität: Richtwerte für Pb in der BRD: Obst – 0,5 mg/kg; Blattgemüse – 1,2 mg/kg; Kartoffeln – 0,2 mg/kg;

Wein – 0,3 mg/l; Schweinefleisch – 0,3 mg/kg; Süßwasserfisch – 0,5 mg/kg; Rinder-/Kalbsleber – 0,8 mg/kg; Milch – 0,5 mg/l; Trinkwasser – 0,04 mg/l.

Veg. ative Erscheinungen sind bei einer Bleiblutkonzentration von über 50 µg/l, polyneuritische Erscheinungen bei 100 µg/l zu erwarten.

Für inhalierten Bleistaub oder -dampf gilt die MAK von nur 100 µg/m³ Luft. Sowjetische Forscher setzen aufgrund experimenteller Untersuchungen, denen sie die Koproporphyrinausscheidung in Urin zugrundelegten, sogar nur eine MAK von 10 µg/m³ Luft fest.

Die mittlere Blutkonzentration für Blei liegt in der Bevölkerung bei 10–15 µg/l. Der BAT-Wert liegt nach neuen Kenntnissen viel zu hoch. Der biologische Arbeitsstofftoleranzwert (BAT) ebenso wie der Grenzwert der WHO (1980) mit einer Blutbleikonzentration von 700 µg/l und einer Aminolävulinäureausscheidung von 15 mg/l Urin für Männer und von 540 µg P b/l Blut und 6 mg Delta-Lävulinäure/l Urin bei Frauen über 45 Jahre ist längst revisionsbedürftig.

Risikowertung: Kinder und schwangere Frauen müssen hinsichtlich der Bleiaufnahme und Bleiresorption und aufgrund der besonderen Empfindlichkeit des kindlichen bzw. fetalen Organismus als besondere Risikogruppe eingestuft werden. Kleinkinder sind wegen ihrer wesentlich höheren Stoffwechselaktivität, ihres erhöhten Wasserbedarfs, der hohen Resorptionsraten und der Empfindlichkeit des sich entwickelnden Gehirns besonders gefährdet. Zu befürchten sind in erster Linie Störungen verschiedener Stoffwechselprozesse und Funktionsstörungen des ZNS, die möglicherweise irreversibel sein können. Blei passiert die Plazentaschranke ungehindert, deshalb sollten Frauen im gebärfähigen Alter nicht an Arbeitsplätzen beschäftigt werden, bei denen mit einem Anstieg der Blutbleiwerte zu rechnen ist.

Die Bleibelastung von Kleinkindern (Flaschenkindern) wird ganz überwiegend durch die Bleikonzentration des Trinkwassers bestimmt. Bereits beim Ausschöpfen des geltenden Pb-Trink-

wassergrenzwertes von 40 µg/l wird die vorläufig von der WHO als tolerierbar angesehene Bleiaufnahme von 50 µg/kg/Woche bei Säuglingen erreicht, obwohl dieser Wert ausdrücklich nur für Erwachsene gilt. Nach einer Bewertung von Ryu et al. (1983) sollte die duldbare Aufnahme von Blei (aus allen Quellen) bei Kleinkindern auf rund 20 µg/kg Körpergewicht pro Woche begrenzt sein. Bei einer Bleikonzentration im Trinkwasser von 100 µg/l, eine Größenordnung, die in Altbauten mit Bleirohrinstallation nicht selten vorkommt, wird der WHO-Wert im 1. Trimenon sogar um etwa 100% überschritten. Aufgrund der hohen Resorptionsquoten übersteigt die resultierende effektive Pb-Belastung im 1. Lebensjahr die des Erwachsenen um das über 10fache bei Ausschöpfung des Trinkwassergrenzwertes und um das beinahe 20fache bei einem Trinkwasserbleigehalt von 100 µg/l. Die in der EG-Richtlinie von 1977 genannten Referenzwerte für den Blutbleigehalt gewährleisten keine Risikoverminderung für Kleinkinder. Für Kleinkinder im Vorschulalter wurden von Median 100 µg/l Blut als maximale tolerierbare Bleikonzentration empfohlen, das ist nach unserer Meinung um ein Vielfaches zu hoch.

Zur Begrenzung der Bleibelastung der Ökosphäre gelten folgende Grenz- und Richtwerte: Bleigehalt von Fließgewässern (Fische!) 50 µg/l, Kulturböden 100 µg/kg, Klärschlamm-trockenrückstand 1200 µg/kg.

P.D. Dr. M. Dauderer

Weisheit ist die Mutter der Vorsicht und die Hebamme des Verzichts.

Für den Neurologen ist das periphere Nervensystem ein „zentrales“ Thema.

Von G. Uhlenbruck, Aphorismen, Verlag J. Stippack, Aachen, 14,80 DM.
