

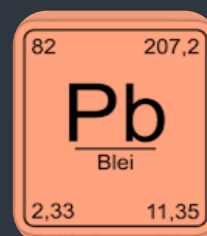
Der Vorschlag, Blei als Gift des Monats auszuwählen, kam vom Arbeitskreis Inhalationstoxikologie

... weil die inhalative Aufnahme von Bleipartikeln bis heute ein zentrales, aber oft unterschätztes Gesundheitsrisiko darstellt. Kaum ein anderes Metall verdeutlicht so eindrücklich, wie persistente Luftschadstoffe selbst bei niedrigen Konzentrationen komplexe systemische Wirkungen entfalten können.

Tetraethylblei – das Gift im Benzin

In den 1920er-Jahren als „technologische Innovation“ gefeiert, machte Tetraethylblei Motoren lauffähiger und die Luft hochgiftig. Die Produktion forderte schon früh Todesopfer: Arbeiter in US-amerikanischen Fabriken litten an Halluzinationen, Krämpfen und schweren neurologischen Symptomen. Verbrennungsrückstände gelangten über Auspuffgase in die Atmosphäre, wo sie als feine Bleipartikel weltweit verteilt wurden. Über Jahrzehnte war der Straßenverkehr die dominierende Quelle inhalativer Bleibelastung. Erst in den 1980er- und 1990er-Jahren setzte sich der Ausstieg aus verbleitem Benzin durch; in Europa wurde es 2000 endgültig verboten, in vielen Entwicklungsländern erst 2021.

Seitdem sind die durchschnittlichen Blutbleispiegel der Bevölkerung um über 90 % gesunken. In städtischen Böden und Hausstaub lassen sich jedoch auch heute noch bis zu 100 mg Pb/kg Boden nachweisen, und damit Werte, die im Bereich der Vorsorgegrenzwerte für Kinderspielflächen liegen.



Blei – ein altes Schwermetall mit bleibender Wirkung

Blei (*Plumbum*, Pb) zählt zu den ältesten, aber auch gefährlichsten Metallen, die der Mensch nutzt. Seine Formbarkeit, Korrosionsbeständigkeit und chemische Stabilität machten es über Jahrtausende zum vielseitigen Werkstoff, in z. B. Wasserleitungen, Farben, Glasuren, Munition und später in Batterien und Benzin.

Die Aufnahmewege sind gut untersucht. In der Allgemeinbevölkerung überwiegt die orale Exposition durch Nahrungsmittel oder Trinkwasser, aber auch durch kontaminierten Hausstaub. Die Aufnahme über die Atemwege ist vor allem bei beruflicher Tätigkeit oder Sanierungsarbeiten relevant, etwa in der Metallverarbeitung, im Batterierecycling, beim Schweißen oder Abtragen alter bleihaltiger Farben. Aerosole aus Bleisalzen oder -oxiden, wie sie auch in Abgasen entstehen, bestehen aus feinen Partikeln, die in die tiefen Atemwege gelangen und dort deponieren. Über die alveoläre Blut-Luft-Barriere gelangt Blei rasch in das Blut und kann sich so im gesamten Körper verteilen. Organische Bleiverbindungen wie Tetraethylblei sind flüchtig und fettlöslich, so dass sie auch über die Haut aufgenommen werden. Daher ist der BAT-Wert (Biologischer Arbeitsstoff-Toleranz-Wert) dem MAK-Wert (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration) vorzuziehen, da er die tatsächliche Gesamtbelastung erfasst.

Im Blut liegt Blei zu etwa 95 % an Erythrozyten gebunden vor und verteilt sich in Leber, Nieren, Gehirn und Knochen, wo es akkumuliert, mit einer biologischen Halbwertszeit von bis zu 30 Jahren.

Die toxischen Mechanismen sind vielschichtig. Blei interferiert mit der Funktion zwei- und dreiwertiger Kationen, vor allem Calcium, und stört dadurch Signaltransduktion, Muskelkontraktion und Hormonfreisetzung. Im hämatopoetischen System hemmt es Enzyme der Häm-Synthese, insbesondere δ -Aminolävulinsäure-Dehydratase und Ferrochelatase, was zu Anämie und Anreicherung neurotoxischer Zwischenprodukte führt. In



Blei in Kunst und Restaurierung

Im 19. Jahrhundert galt Bleivergiftung als klassische Berufskrankheit. Besonders Maler, Klempner und Glasurarbeiter atmeten regelmäßig Bleistaub ein. Typisch war die gefürchtete Bleikolik, sowie bei chronisch exponierten Arbeitern „Malerknochen“, Knochenverdichtungen durch Bleieinlagerung. Auch heute bleibt Blei ein Thema für den Arbeitsschutz, vor allem in der Kunst- und Denkmalpflege. In Kirchenfenstern, Orgelpfeifen oder historischen Glasuren war das Metall jahrhundertlang unverzichtbar. Beim Lötten oder Schleifen entstehen feine Bleiaerosole, die in schlecht belüfteten Kirchenräumen leicht eingeatmet werden können. Die von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) veröffentlichte Technische Regel für Gefahrstoffe Blei (TRGS 505) schreibt daher strenge Schutzmaßnahmen für Restaurierungsbetriebe vor, von Absauganlagen bis zu regelmäßigem Blutmonitoring. Manche historische Orgel darf heute erst wieder gespielt oder restauriert werden, wenn die Raumluft unter die zulässigen Bleikonzentrationen abgesenkt ist.

Auf europäischer Ebene werden derzeit neue Arbeitsplatzgrenzwerte diskutiert. Die International Lead Association (ILA) hat freiwillig einen Zielwert von 20 µg Pb/100 ml Blut bis Ende 2025 vorgeschlagen. Der Entwurf der EU-Kommission sieht einen biologischen Grenzwert von 15 µg Pb/100 ml Blut und einen Arbeitsplatzgrenzwert von 0,03 mg/m³ Luft vor. Aufgrund der hohen Speicherlast langjährig exponierter Beschäftigter fordern Fachgremien Übergangsfristen und begleitendes Biomonitoring.

Nervenzellen beeinträchtigt Blei den Energiehaushalt und den Transport von Na⁺-, K⁺- und Ca²⁺-Ionen. Dies stört die Freisetzung von Neurotransmittern und die synaptische Signalübertragung. Hinzu kommen mitochondriale Fehlfunktionen und oxidativer Stress mit DNA-Schäden und Lipidperoxidation.

Akute Vergiftungen sind heute in entwickelten Ländern selten, können aber bei massiver inhalativer Exposition zu Koliken, Erbrechen, Lähmungen und im Extremfall zu Koma oder Herz-Kreislauf-Versagen führen. Chronische Bleivergiftungen äußern sich durch Müdigkeit, Blässe („Bleiblässe“), Appetitlosigkeit, Blutarmut und Muskelschwäche.

Kinder sind besonders empfindlich da sie Blei bis zu viermal effizienter als Erwachsene aufnehmen, während ihre Blut-Hirn-Schranke noch nicht vollständig ausgebildet ist. Im zentralen Nervensystem kann Blei unumkehrbar Signalwege stören und die neuronale Plastizität beeinträchtigen. Bereits Blutbleispiegel unter 5 µg Pb/100 ml Blut führen nachweislich zu kognitiven Defiziten, wie Aufmerksamkeitsstörungen und Verhaltensauffälligkeiten.

Für die Allgemeinbevölkerung bleibt die Exposition meist gering, kann aber in der Nähe von Recyclinganlagen oder Schießständen meist jedoch bedingt durch Altlasten, deutlich ansteigen. Eine besondere Herausforderung bleibt die Persistenz von Blei in der Umwelt: Eingelagert in Staub, Boden und Farben kann es noch Jahrzehnte nach Verboten freigesetzt werden.

Auch ökotoxikologisch ist Blei ein vielseitiges Problem. Es reichert sich in Böden, Sedimenten und aquatischen Lebensräumen an und schädigt dort Mikroorganismen, Pflanzen und Wirbeltiere. Greifvögel und Aasfresser nehmen es über erlegte Wildtiere auf, deren Gewebe mit bleihaltiger Munition kontaminiert ist, was zu Todesfällen bei Greifvögeln führt, die Aas aufnehmen. Daher gibt es inzwischen europaweite Initiativen, bleihaltige Jagdmunition zu verbieten und Bleieinträge in die Umwelt insgesamt weiter zu reduzieren.

Text: Ute Haßmann

Literatur und links:

- Lanphear, B.P. et al. (2018): Low-level lead exposure and mortality in US adults: a population-based cohort study. The Lancet Public Health 3(4): e177–e184. [Low-level lead exposure and mortality in US adults: a population-based cohort study - The Lancet Public Health](#)
- World Health Organization (WHO, 2021): Lead poisoning and health. [Lead poisoning](#)
- European Chemicals Agency (ECHA, 2023): Proposal for Binding Occupational Exposure Limit Values (BOELV) for Lead and its Inorganic Compounds. [EUR-Lex - 52023PC0071 - EN - EUR-Lex](#)
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA, 2021): Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 900 / 505) [BAuA - Regelwerk - Technische Regeln für Gefahrstoffe \(TRGS\) - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin](#)
- Mayans L. Lead Poisoning in Children. Am Fam Physician. 2019 Jul 1;100(1):24-30. PMID: 31259498. [Lead Poisoning in Children - PubMed](#)
- Foto von [4motions Werbeagentur](#) auf [Unsplash](#)

