

# Blei und seine Verbindungen (außer Bleiarсенat, Bleichromat und Alkylbleiverbindungen) – Addendum zur Reevaluierung des BAR

## Beurteilungswerte in biologischem Material

### Keywords:

Blei, Bleiverbindungen, BAR,  
Biologischer  
Arbeitsstoff-Referenzwert

T. Göen<sup>1</sup>  
H. Drexler<sup>2,\*</sup>

A. Hartwig<sup>3,\*</sup>  
MAK Commission<sup>4,\*</sup>

- <sup>1</sup> Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Henkestr. 9–11, 91054 Erlangen, Deutschland
- <sup>2</sup> Leiter der Arbeitsgruppe „Aufstellung von Grenzwerten in biologischem Material“, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Henkestr. 9–11, 91054 Erlangen, Deutschland
- <sup>3</sup> Vorsitzende der Ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Institut für angewandte Biowissenschaften, Abteilung Lebensmittelchemie und Toxikologie, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Adenauerring 20a, Geb. 50.41, 76131 Karlsruhe, Deutschland
- <sup>4</sup> Ständige Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Kennedyallee 40, 53175 Bonn, Deutschland

\* E-Mail: H. Drexler ([hans.drexler@fau.de](mailto:hans.drexler@fau.de)), A. Hartwig ([andrea.hartwig@kit.edu](mailto:andrea.hartwig@kit.edu)), MAK Commission ([arbeitsstoffkommission@dfg.de](mailto:arbeitsstoffkommission@dfg.de))

## Abstract

In 2019 the German Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area has re-evaluated the biological reference value (BAR) for lead [7439-92-1] in blood for women and has also evaluated a BAR for lead in blood for men.

The last representative survey of blood lead in the German adult population was performed in 1998/1999. However, the blood lead levels (BLLs) in young adults (aged 20–29 years) continuously analysed since 1997 in the German Environmental Specimen Bank (ESB) showed a distinct decline in the BLLs, which reached a plateau in 2010. The BLLs of 2626 women and 2310 men determined in the 2010–2019 period yielded 95<sup>th</sup> percentiles of 21.8 µg/l for young women and 26.1 µg/l for young men, respectively. The results are in good accordance with other international studies on BLLs in young adults. Due to the accumulation of lead over the life course, elderly adults have higher body and blood lead concentrations than young adults. Using the age-specific data of the German Environmental Survey of 1998/1999, the BLL data from the ESB were adapted to the working population. Thus, a BAR of 30 µg lead/l blood for women and a BAR of 40 µg lead/l blood for men were established. Sampling time is not restricted because of the long biological persistence of lead in the body.

### Citation Note:

Göen T, Drexler H, Hartwig A, MAK Commission. Blei und seine Verbindungen (außer Bleiarсенat, Bleichromat und Alkylbleiverbindungen) – Addendum zur Reevaluierung des BAR. Beurteilungswerte in biologischem Material. MAK Collect Occup Health Saf. 2020 Dez;5(4):Doc084. DOI: [10.34865/bb743992pbbd5\\_4ad](https://doi.org/10.34865/bb743992pbbd5_4ad)

Manuskript abgeschlossen:  
01 Apr 2019

Publikationsdatum:  
21 Dez 2020

License: This article is distributed under the terms of the Creative Commons 4.0 International License. See license information at <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



<b>BAR für Frauen (2019)</b>	<b>30 µg Blei/l Blut</b> Probenahmezeitpunkt: keine Beschränkung
<b>BAR für Männer (2019)</b>	<b>40 µg Blei/l Blut</b> Probenahmezeitpunkt: keine Beschränkung
<b>MAK-Wert</b>	–
Hautresorption	–
Krebserzeugende Wirkung (2006)	Kategorie 2

## Reevaluierung

Für Blei und seine anorganischen Verbindungen wurde im Jahr 2012 ein Biologischer Arbeitsstoff-Referenzwert (BAR) für Frauen von 70 µg/l Blut festgelegt (Bolt 2013). Dazu wurden die Daten für die Blutbleispiegel aus der Erhebung des letzten Umwelt-Surveys für die erwachsene deutsche Bevölkerung aus dem Jahr 1998 herangezogen. Allerdings liegen Hinweise vor, dass die Bleibelastung der Bevölkerung seitdem weiter deutlich gesunken ist, so dass eine Aktualisierung des Referenzwertes notwendig ist. Da seit 1998 keine neuen repräsentativen Untersuchungen der Bleibelastung der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland durchgeführt wurden, stehen derzeit lediglich die Daten, die für die Humanproben der Umweltprobenbank des Bundes (UPB) ermittelt wurden, für eine BAR-Reevaluierung zur Verfügung.

Für die UPB werden jedes Jahr an jedem der vier Standorte Münster, Greifswald, Halle/Saale und Ulm mindestens 120 Blut- und Urin-Proben von jungen Erwachsenen (19–29 Jahre) gewonnen und im sogenannten Real-Time-Monitoring-Programm u. a. Blei im Blut gemessen (Göen et al. 2018). Aktuell wurde eine Auswertung der Blutbleispiegel der UPB mit Blick auf den zeitlichen Trend sowie auf mögliche Einflussfaktoren durchgeführt, die von der Kommission Human-Biomonitoring zur Aktualisierung der Referenzwerte für die Blutbleispiegel bei Frauen und Männern verwendet wurde (Lermen et al. 2021; UBA 2019 a).

Für den Standort Münster liegen Daten für den Zeitraum von 1981 bis 2019 vor, während die Daten der anderen Standorte erst ab 1997 vollständig integriert wurden. Für alle vier Standorte wiesen die Bleikonzentrationen im Blut der jungen Erwachsenen einen signifikanten und deutlichen Abfall auf (Lermen et al. 2021). Allerdings bleiben die Blutbleispiegel etwa ab dem Jahr 2010 auf nahezu gleichem Niveau. Deshalb wurden die Daten aus dem Zeitraum 2010–2019 zusammengefasst und gemeinsam für die deskriptive Statistik sowie zur Analyse von Einflussfaktoren verwendet.

Die wichtigsten Ergebnisse der deskriptiven Statistik der Blutbleiwerte für den Zeitraum 2010–2019 sowie die wichtigsten Einflussfaktoren sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Wie bereits in der Auswertung des Umwelt-Surveys von 1998 unterscheiden sich die Blutbleispiegel von Frauen und Männern signifikant voneinander. Junge Männer weisen dabei gemessen an den Medianen einen um etwa 20 % höheren Blutbleispiegel auf als gleichaltrige Frauen. Ebenfalls konnte in der Auswertung eine signifikant höhere Bleikonzentration im Blut von Rauchern im Vergleich zu Nichtrauchern festgestellt werden. Der Unterschied beträgt je nach Geschlecht zwischen Faktor 1,34 (♀) und 1,19 (♂). Es wurde auch der Einfluss des Konsums von Alkohol auf den Blutbleispiegel ermittelt, wobei Personen, die Alkohol konsumieren, tendenziell höhere Bleikonzentrationen im Blut aufweisen. Mit einem Anstieg der Bleikonzentration um 5 bis 10 % ist der Effekt allerdings moderat. Ohne Berücksichtigung der Einflussfaktoren wurde für Frauen im Alter von 20–29 Jahren ein 95. Perzentil von 21,8 µg Blei/l Blut und für Männer im Alter von 20–29 Jahren von 26,1 µg Blei/l Blut ermittelt.

**Tab. 1** Statistische Auswertung der Daten zur Blutbleikonzentration [ $\mu\text{g/l}$ ] der Umweltprobenbank/Humanteil bei jungen Erwachsenen im Alter von 20–29 Jahren aus dem Zeitraum 2010–2019 aus Lermen et al. (2021)

Kollektiv	n	50. P	AM ( $\pm$ SD)	GM (95%-KI)	95. P	Min	Max	Mann-Whitney-Test
♀ gesamt	2626	10,2	11,6 ( $\pm$ 6,2)	10,5 (10,3–10,7)	21,8	2,8	103,1	p < 0,001
♂ gesamt	2310	12,4	13,9 ( $\pm$ 7,0)	12,7 (12,4–13,0)	26,1	3,0	98,5	
<b>♀</b>								
Nichtraucherinnen	2345	9,9	11,3 ( $\pm$ 5,8)	10,3 (10,0–10,5)	21,2	2,8	71,9	p < 0,001
Raucherinnen	265	13,3	14,5 ( $\pm$ 8,3)	13,1 (12,1–14,1)	24,7	4,2	103,1	
<b>♀, Nichtraucherinnen</b>								
kein Alkoholkonsum	205	8,8	11,1 ( $\pm$ 8,0)	9,6 (8,5–10,7)	25,6	2,9	71,9	p < 0,001
Alkoholkonsum	2140	10,1	11,3 ( $\pm$ 5,5)	10,3 (10,1–10,6)	21,1	2,8	66,9	
<b>♂</b>								
Nichtraucher	1930	12,1	13,5 ( $\pm$ 6,9)	12,3 (12,0–12,6)	24,4	3,0	98,5	p < 0,001
Raucher	363	14,4	16,4 ( $\pm$ 7,4)	15,0 (14,3–15,8)	30,4	5,6	55,4	
<b>♂, Nichtraucher</b>								
kein Alkoholkonsum	132	11,1	12,5 ( $\pm$ 8,0)	10,9 (9,5–12,3)	23,3	3,5	61,9	p = 0,002
Alkoholkonsum	1798	12,2	13,5 ( $\pm$ 6,8)	12,4 (12,1–12,7)	24,5	3,0	98,5	
<b>Gesamt</b>	<b>4936</b>	<b>11,2</b>	<b>12,7 (<math>\pm</math>6,7)</b>	<b>11,5 (11,3–11,7)</b>	<b>23,6</b>	<b>2,8</b>	<b>103,1</b>	

AM: arithmetischer Mittelwert; GM: geometrischer Mittelwert; Mann-Whitney-Test: Ergebnis des Gruppenvergleichs (nichtparametrischer Test); Max: Maximum; Min: Minimum; SD: Standardabweichung; 50. P: Median; 95. P: 95. Perzentil; 95%-KI: 95%-Konfidenzintervall

## Reevaluierung des BAR

Als Ausgangspunkt für die Evaluierung eines BAR für Blei im Blut stehen die 95. Perzentile aus der Auswertung der UPB-Daten aus dem Zeitraum 2010–2019 zur Verfügung. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass junge Erwachsene tendenziell geringere Blutbleispiegel aufweisen als ältere Erwachsene. Dies liegt an der Einlagerung von resorbiertem Blei in die Knochenmatrix und der geringen Remobilisation und der damit verknüpften langsameren Elimination (Klotz und Göen 2017). Basierend auf der nach Altersgruppen differenzierten Auswertung des letzten Umwelt-Surveys für die erwachsene Bevölkerung weisen junge Erwachsene im Alter von 20–29 Jahren gemessen an den 95. Perzentilen einen um den Faktor 1,25 geringeren Blutbleispiegel auf als die Gesamtpopulation. Unter Berücksichtigung dieses Faktors würde in der Allgemeinbevölkerung ein 95. Perzentil von 27,3  $\mu\text{g}$  Blei/l Blut für Frauen und von 32,6  $\mu\text{g}$  Blei/l Blut für Männer zu erwarten sein. Eine Berechnung unter Verwendung der vollständigen Verteilung, des Altersganges und des zeitlichen Verlaufes der Daten im Zeitraum von 2010–2015 ergab Schätzwerte von 31,0  $\mu\text{g}$  Blei/l Blut für Frauen und 39,5  $\mu\text{g}$  Blei/l Blut für Männer (UBA 2019 b). Unter Berücksichtigung dieser Werte werden

### ein BAR für Frauen von 30 $\mu\text{g}$ Blei/l Blut und ein BAR für Männer von 40 $\mu\text{g}$ Blei/l Blut

festgesetzt. Bezüglich des Probenahmezeitpunkts besteht keine Beschränkung. In der geschlechtsdifferenzierten Auswertung der UPB-Daten wurde zwar ein signifikanter Unterschied zwischen Rauchern und Nichtrauchern gefunden, allerdings waren in dem Datensatz die Raucher deutlich unterrepräsentiert. Da der Unterschied relativ gering ist, wurde bei der BAR-Ableitung auf eine Differenzierung zwischen Rauchern und Nichtrauchern verzichtet.

## Literatur

- Bolt HM (2013) Addendum zu Blei und seine Verbindungen (außer Bleiarsenat, Bleichromat und Alkylbleiverbindungen). In: Drexler H, Hartwig A (Hrsg) Biologische Arbeitsstoff-Toleranz-Werte (BAT-Werte), Expositionsäquivalente für krebserzeugende Arbeitsstoffe (EKA), Biologische Leitwerte (BLW) und Biologische Arbeitsstoff-Referenzwerte (BAR), 20. Lieferung. Wiley-VCH, Weinheim. Auch erhältlich unter DOI: [10.1002/3527600418.bb743992d0020](https://doi.org/10.1002/3527600418.bb743992d0020)
- Göen T, Lermen D, Hildebrand J, Bartel-Steinbach M, Weber T, Kolossa-Gehring M (2018) Discovering time-trends of the German populations exposure to contaminants by analysis of human samples of the German Environmental Specimen Bank (ESB). *Toxicol Lett* 298: 194–200. DOI: [10.1016/j.toxlet.2018.06.007](https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2018.06.007)
- Klotz K, Göen T (2017) Human biomonitoring of lead exposure. In: Sigel A, Freisinger E, Roland KO (Hrsg) Lead: its effects on environment and health, *Metal Ions in Life Sciences*, Bd 17. De Gruyter, Berlin, 99–121. DOI: [10.1515/9783110434330-006](https://doi.org/10.1515/9783110434330-006)
- Lermen D, Weber T, Göen T, Bartel-Steinbach M, Gwinner F, Mueller SC, Conrad A, Rütther M, von Briesen H, Kolossa-Gehring M (2021) Long-term time trend of lead exposure in young German adults – evaluation of nearly 40 years of data of the German Environmental Specimen Bank. *Int J Hyg Environ Health* 231: 113665. DOI: [10.1016/j.ijheh.2020.113665](https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113665)
- UBA (Umweltbundesamt) (2019 a) Referenzwerte (RV<sub>95</sub>) für Antimon, Arsen und Metalle (Pb, Cd, Ni, Hg, Pt, Tl, U) im Urin oder im Blut. UBA, Berlin. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/4031/dokumente/tab\\_referenzwerte\\_-\\_metalle\\_30\\_september\\_2019\\_aktualisiert.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/4031/dokumente/tab_referenzwerte_-_metalle_30_september_2019_aktualisiert.pdf), abgerufen am 30 Sep 2020
- UBA (Umweltbundesamt) (2019 b) Aktualisierung der Referenzwerte für Blei im Blut von Erwachsenen. Stellungnahme der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 62: 1280–1284. DOI: [10.1007/s00103-019-03002-z](https://doi.org/10.1007/s00103-019-03002-z)