

## Maßnahmenwerte für Blei im Boden, Pfad Boden - Mensch

Stand: Juni 2015

### 1. Kurzübersicht

Die Blei-Prüfwerte der BBodSchV für den Pfad Boden - Mensch wurden auf der Basis von Boden- und Human-Biomonitoring (HBM)-Daten festgelegt, die aus Untersuchungen in den frühen achtziger Jahren im Ruhrgebiet stammen. Ein wesentlicher Nachteil dieser Prüfwerte ist, dass sie nicht ohne weiteres zum Ableiten von Maßnahmenwerten herangezogen werden können, da insbesondere keine Kenntnisse zur Resorptionsverfügbarkeit (RV) der damaligen Belastungen vorliegen. Dies ist jedoch bei späteren Messdaten aus Nordrhein-Westfalen der Fall. Sie wurden nun als Grundlage für Basis-Maßnahmenwerte herangezogen, die anhand standortspezifischer RV-Daten in einzelfallbezogene Maßnahmenwerte umgerechnet werden können.

### Ablaufschema der Bewertung von Blei-Belastungen

#### A. Orientierende Untersuchung:

Beurteilung der Messwerte anhand der Prüfwerte der BBodSchV (200 - 400 - 1000 - 2000 mg/kg).

#### B. Detailuntersuchung:

##### B.1 Kinderspielflächen, Wohngebiete, Park- und Freizeitanlagen:

Bei Überschreiten der Prüfwerte RV-Untersuchungen, wenn keine anderen Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Orientierung an Basis-Maßnahmenwerten (400 - 800 - 2000 mg/kg für die oben genannten Szenarien) und Basis-RV (40 %), Berechnung von Einzelfall-Maßnahmenwerten über die gemessene RV.

Tabelle: Einzelfall-Maßnahmenwerte (gerundet) in Abhängigkeit von der Resorptionsverfügbarkeit

RV	Kinderspielflächen	Wohngebiete	Park- und Freizeitanlagen
≤ 5 % <sup>1</sup>	2000 mg/kg	4000 mg/kg	10000 mg/kg
10 %	1600 mg/kg	3200 mg/kg	8000 mg/kg
20 %	800 mg/kg	1600 mg/kg	4000 mg/kg
30 %	530 mg/kg	1100 mg/kg	2700 mg/kg
40 %	400 mg/kg	800 mg/kg	2000 mg/kg
50 %	320 mg/kg	640 mg/kg	1600 mg/kg
60 %	270 mg/kg	530 mg/kg	1350 mg/kg
70 %	230 mg/kg	460 mg/kg	1150 mg/kg
≥ 80 % <sup>2</sup>	200 mg/kg	400 mg/kg	1000 mg/kg

<sup>1</sup> Deckelung der errechneten Maßnahmenwerte auf max. zehnfachen Prüfwert (siehe Text).

<sup>2</sup> Der Maßnahmenwert darf auch bei extrem hohen RV den Prüfwert nicht unterschreiten. In diesen Fällen werden zusätzlich HBM-Untersuchungen empfohlen.

## B.2 Industrie- und Gewerbegrundstücke:

Durch Untersuchen von umgebenden Grundstücken klären, inwieweit die Gefahr der Verlagerung auf empfindlichere Flächen für den Einzelfall zutrifft (Plausibilitätsüberlegungen der Prüfwertableitung); falls diesbezüglich keine Gefahr besteht, kann ein Wert von 20.000 mg/kg als vorläufiger Maßnahmenwert verwendet werden.

## 2. Erläuterungen

### 2.1 Kinderspielflächen, Wohngebiete sowie Park- und Freizeitanlagen

Die Blei-Prüfwerte der BBodSchV wurden auf der Grundlage von Boden- und HBM-Daten festgelegt, die in den frühen achtziger Jahren auf belasteten Flächen Nordrhein-Westfalens erhoben worden waren [UBA 1999]. Als Ableitungsbasis diente die Annahme, dass eine Bodenbelastung von 100 mg/kg den Blutbleispiegel von Kindern um 5 µg/l erhöht. Die Daten waren vor allem aus folgenden Gründen mit Unsicherheiten behaftet:

- In den Studien wurden nur Kinder ab sechs Jahren untersucht, nicht aber die Altersgruppe von zwei bis drei Jahren, die im Bodenschutzrecht im Mittelpunkt steht. Zwei- bis Dreijährige sind aufgrund ihres Verhaltens stärker exponiert und weisen höhere interne Bleibelastungen auf als ältere Kinder, so dass in dieser Hinsicht eine Unterschätzung des Risikos vorliegen kann.
- Die Exposition der damals untersuchten Kinder erfolgte nicht nur durch Böden mit älteren Belastungen, wie sie bei Altlastverdachtsfällen im Vordergrund stehen, sondern es traten gleichzeitig industrielle Blei-Immissionen über Atemluft und Staubbiederschlag sowie infolgedessen sicherlich teilweise auch über Lebensmittel auf. Außerdem bestanden wahrscheinlich noch Bodenbelastungen durch Rückstände aus der Verbrennung verbleiten Benzins. Es kann davon ausgegangen werden, dass Blei aus solchen Quellen besser bioverfügbar ist als aus Altablagerungen oder von Altstandorten, bei denen Schadstoffe aufgrund von Alterungsvorgängen in der Regel fester an die Bodenmatrix gebunden sind. Daher führen diese Komponenten wahrscheinlich zu einer Überschätzung des Risikos.
- Bio- oder Resorptionsverfügbarkeitsuntersuchungen aus dieser Zeit und von den betreffenden Flächen liegen nicht vor, so dass unklar ist, wie sich die damalige Verfügbarkeit und diejenige eines konkreten Verdachtsfalls unterscheiden. Daher können die Prüfwerte nicht ohne weiteres für ein Ableiten von standortbezogenen Maßnahmenwerten verwendet werden, die die Bio- bzw. Resorptionsverfügbarkeit berücksichtigen sollen [BMUNR 1999].

#### Ableiten von Einzelfall-Maßnahmenwerten

Da für Bleiwirkungen bei Kindern keine Schwelle mehr festgelegt wird und Blei zudem als krebserzeugend eingestuft wurde, existieren keine neueren Werte für eine tolerable Aufnahme, auf deren Basis Prüf- oder Maßnahmenwert abgeleitet werden könnten [CDC 2007, UBA 2009, FAO-WHO 2011]. Auch der TRD-Wert (tolerable resorbierte Dosis), der für die Berechnung der Prüfwerte verwendet wurde, war schon nicht mehr als 'sicherer' Wert auf der Basis einer Wirkungsschwelle abgeleitet worden [Kalberlah 1999].

Eine Möglichkeit zum Ableiten von fallbezogenen Maßnahmenwerten bieten Untersuchungen in Duisburg [LUA NRW 2006], bei denen Zusammenhänge zwischen Boden-, Immissions- und Blutbleidaten von Kindern in den Jahren 1983, 1991, 1994, 1997 und 2000 ermittelt

wurden. Dabei zeigte sich, dass die Korrelation von Boden- und Blutbleikonzentrationen zwischen 1983 und 1994 zurückgeht, während die Kurven von 1994, 1997 und 2000 annähernd parallel verlaufen [LUA NRW 2006 Kapitel 3.4.1]. Auf Basis der Befunde aus dem Jahr 2000 und aufgrund von Literaturdaten wurde eine Korrelationskurve abgeleitet, die auch die höhere Exposition von Kleinkindern berücksichtigt [LUA NRW 2006 Kap. 4.3]. Außerdem liegen RV-Untersuchungen aus den Jahren 2003 und 2005 aus dem Gebiet vor, in dem die untersuchten Personen wohnten [LUA NRW 2006 Kap. 5.2.3].

Auf Basis der beschriebenen Daten besteht die Möglichkeit, Einzelfall-Maßnahmenwerte in engem Bezug zu den Blei-Prüfwerten der BBodSchV festzulegen, wobei die meisten Nachteile der ursprünglichen Ableitung vermieden werden. Bei der Prüfwertableitung wie auch bei dem Duisburger Vorschlag wurde eine Zusatzbelastung von 20 µg/l als tolerabel angesehen. Im ersten Fall lag die Überlegung zugrunde, dass der damalige Referenzwert von 80 µg/l maximal auf 100 µg/l angehoben werden darf, im zweiten Fall wurde von einer Hintergrundbelastung von 30 µg/l ausgegangen (Referenzwert 2003-2006: 35 µg/l [UBA 2009]) und ein Blutbleiwert von 50 µg/l als maximal vertretbar angesehen. Ein Anstieg um 20 µg/l ist nach der Duisburger Formel mit einer Bodenbelastung von 800 mg/kg verbunden, die als Maßnahmenwert für Wohngebiete in diesem Untersuchungsbereich vorgeschlagen wurde. Die Übertragung auf andere Altlastverdachtsflächen wird tendenziell zu einer Überschätzung des Risikos führen, da Luftimmissionen meist eine geringere Rolle spielen als in Duisburg.

Da aufgrund der Duisburger Untersuchungen zeitlich und räumlich annähernd einheitliche Boden-, HBM- und RV-Daten vorliegen, ist über die RV eine Anpassung an andere konkrete Fälle möglich. Daher wird empfohlen, bei einem Überschreiten der Blei-Prüfwerte RV-Untersuchungen nach DIN 19738 (mit frischem Milchpulver) vorzunehmen und den Duisburger Basis-Maßnahmenwert damit einfachheitshalber linear zu fallbezogenen Maßnahmenwerten umzurechnen:

$$\text{Einzelfall-Maßnahmenwert} = \text{Basis-Maßnahmenwert} \times \frac{\text{Basis-RV}}{\text{gemessene RV}}$$

- Basis-Maßnahmenwert: 800 mg/kg für Wohngebiete, entsprechend 400 bzw. 1000 mg/kg für Kinderspielflächen bzw. Park- und Freizeitanlagen nach der Systematik der BBodSchV
- Basis-RV: 40 % (zwischen den 50. Perzentilen von 32 und 42 % aus den Jahren 2003 und 2005)

Tabelle: Einzelfall-Maßnahmenwerte (gerundet) in Abhängigkeit von der Resorptionsverfügbarkeit

RV	Kinderspielflächen	Wohngebiete	Park- und Freizeitanlagen
≤ 5 % <sup>1</sup>	2000 mg/kg	4000 mg/kg	10000 mg/kg
10 %	1600 mg/kg	3200 mg/kg	8000 mg/kg
20 %	800 mg/kg	1600 mg/kg	4000 mg/kg
30 %	530 mg/kg	1100 mg/kg	2700 mg/kg
40 %	400 mg/kg	800 mg/kg	2000 mg/kg
50 %	320 mg/kg	640 mg/kg	1600 mg/kg
60 %	270 mg/kg	530 mg/kg	1350 mg/kg
70 %	230 mg/kg	460 mg/kg	1150 mg/kg
≥ 80 % <sup>2</sup>	200 mg/kg	400 mg/kg	1000 mg/kg

<sup>1</sup> Deckelung der errechneten Maßnahmenwerte auf max. zehnfachen Prüfwert (siehe Text).

<sup>2</sup> Der Maßnahmenwert darf auch bei extrem hohen RV den Prüfwert nicht unterschreiten. In diesen Fällen werden zusätzlich HBM-Untersuchungen empfohlen.

Bei Bleibelastungen mit niedrigen RV-Werten, die zu hohen einzelfallbezogenen Maßnahmenwerten führen, wird empfohlen, eine Deckelung auf den zehnfachen Prüfwert vorzunehmen.

Bei Hinweisen auf besonders gut resorptionsverfügbare Bleiverbindungen (vor allem RV über 80 %, die zu Einzelfall-Maßnahmenwerten unterhalb der Prüfwerte führen; z.B. Altstandorte, an denen mit organischen Bleiverbindungen umgegangen wurde) können auch HBM-Untersuchungen in Betracht gezogen werden. Diese sind vor allem dann Mittel der Wahl, wenn in Altlastverdachtsfällen genauere und realitätsnahe Informationen zur Belastung von Kindern und Erwachsenen gewonnen werden sollen.

Die RV-Daten sollen bei den Flächen, von denen die Proben stammen, direkt angewendet werden. Bei der Übertragung auf andere, nicht untersuchte Flächen sollte das gerundete 90. Perzentil benutzt werden, wenn genügend Messwerte vorhanden sind (ab ca. 15-20 RV-Proben). Bei geringeren Probenzahlen ist in der Regel der höchste Wert zu wählen.

## 2.2 Industrie- und Gewerbegrundstücke

Prüfwerte für dieses Expositionsszenario werden allgemein auf Basis der inhalativen Exposition festgelegt, jedoch sind hierfür noch keine abgestimmten Methoden zur RV-Bestimmung vorhanden. Hinzu kommt, dass der Blei-Prüfwert mit 2000 mg/kg aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen zum Schutz von Umgebungsgrundstücken weit niedriger als der errechnete Wert von 97.000 mg/kg festgelegt wurde. Aus diesen Gründen ist ein gesundheitsorientiertes Ableiten von Maßnahmenwerten nicht ohne weiteres möglich. Daher wird empfohlen, bei Prüfwertüberschreitungen im Einzelfall zunächst durch Oberbodenmessungen auf umgebenden Grundstücken mit empfindlicherer Flächennutzung zu prüfen, ob dort relevante Belastungen durch Vorgänge wie Abschwemmen und Staubverwehung entstanden sind. Unter Umständen sind auch Immissionsmessungen in Betracht zu ziehen, um abzuschätzen, inwieweit die Annahmen der Prüfwertableitung im konkreten Einzelfall zutreffen. Sofern keine Gefahr für Umgebungsgrundstücke besteht, wird eine Konzentration von 20.000 mg/kg (10 x 2000 mg/kg) als vorläufiger Maßnahmenwert für dieses Szenario empfohlen.

Quellen:

- BMUNR (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (1999) Bekanntmachung über Methoden und Maßstäbe für die Ableitung der Prüf- und Maßnahmenwerte nach der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 18.06.1999. Bundesanzeiger 51, Nr. 161a  
<http://www.lanuv.nrw.de/boden/pdf/AbleitungBundesanzeiger.pdf>
- CDC (Centers for Disease Control) (2007) Interpreting and managing blood lead levels <10 µg/dL in children and reducing childhood exposures to lead: recommendations of CDC's Advisory Committee on Childhood Lead Poisoning Prevention. MMWR 56, RR-8  
<http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/rr/rr5608.pdf>
- DIN 19738, 2004-07: Bodenbeschaffenheit - Resorptionsverfügbarkeit von organischen und anorganischen Schadstoffen aus kontaminiertem Bodenmaterial
- FAO-WHO (Food and Agriculture Organization - World Health Organization) (2011) Evaluation of certain food additives and contaminants. Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Tech Rep Ser 960, 162-177  
[http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO\\_TRS\\_960\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_960_eng.pdf)
- Kalberlah F (1999) Blei und Verbindungen. In: Eikmann T, Heinrich U, Heinzow B, Konietzka R (1999ff) Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen. Erich Schmidt Verlag, Berlin
- LUA NRW (Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen) (2006) Übergreifende Auswertung von Boden-, Immissions- und Humandaten zur Schwermetallbelastung im Duisburger Süden. Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz MALBO 23  
<http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/malbo/malbo23/malbo23start.htm>
- UBA (Umweltbundesamt; Hrsg.): Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten. Blei und Verbindungen. F 134. Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1999
- UBA (Umweltbundesamt) (2009) 2. Addendum zur „Stoffmonographie Blei – Referenz- und „Human-Biomonitoring“-Werte der Kommission „Human-Biomonitoring“. Bundesgesundheitsblatt 52, 983-986  
[http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/pb\\_2\\_addendum\\_2009.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/pb_2_addendum_2009.pdf)

Abkürzungen:

BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
HBM	Human-Biomonitoring
RV	Resorptionsverfügbarkeit

Verfasser:

Dr. Eike Roscher, Dr. Janine Wolf, LGL  
Dr. Andreas Hofmann, Dr. Martin Wegenke, LfU

Internet:

[http://www.lgl.bayern.de/downloads/gesundheit/arbeitsplatz\\_umwelt/doc/massnahmenwerte\\_blei.pdf](http://www.lgl.bayern.de/downloads/gesundheit/arbeitsplatz_umwelt/doc/massnahmenwerte_blei.pdf)