

INHALTSVERZEICHNIS

BEWERTUNGSGRUNDLAGEN FÜR DEN WIRKUNGSPFAD BODEN – GEWÄSSER	2
BEWERTUNGSGRUNDLAGEN FÜR DEN WIRKUNGSPFAD BODEN – MENSCH	5

Bewertungsgrundlagen für den Wirkungspfad Boden – Gewässer

(1) **BUNDES-BODENSCHUTZ- UND ALTLASTENVERORDNUNG (BBodSchV) VOM 12.07.1999**

(2) **LFW - MERKBLATT 3.8/1, UNTERSUCHUNG UND BEWERTUNG VON ALTLASTEN, SCHÄDLICHEN BODENVERÄNDERUNGEN UND GEWÄSSERVERUNREINIGUNGEN. WIRKUNGSPFAD BODEN - GEWÄSSER – MIT ANHANG 1 BIS 3, BAYER. LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, STAND 31.10.01**

Die Beurteilung des Wirkungspfades Boden – Gewässer erfolgt nach den Prüfwerten der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV(1)) vom 12.07.1999 bzw. den Stufenwerten für Leitparameter in Grundwasser des LfW-Merkblattes 3.8/1 vom 31.10.2001.

Für im Zuge der Orientierenden Untersuchung erhobene Feststoffwerte werden die Hilfswerte des Merkblattes 3.8/1 mit dargestellt.

Die Gefahr einer erheblichen Grundwasserverunreinigung kann nach dem Merkblatt 3.8/1 des ehem. Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft (LfW) generell durch

- Bodenluftuntersuchungen,
- Grundwasseruntersuchungen und
- Materialuntersuchungen

beurteilt werden.

In Anhang 3, Tabelle 1 des LfW-Merkblattes 3.8/1 sind zur Emissionsabschätzung 2-stufige Hilfswerte für Boden- und Bodenluftbelastungen festgelegt. Für die untersuchten Parameter gelten **im Feststoff** unter anderem die (1) angegebenen Hilfswerte (Angaben in mg/kg).

TABELLE 1: AUSGEWÄHLTE HILFSWERTE DES LFW-MERKBLATTS 3.8/1 FÜR BODEN (FESTSTOFF)

Parameter	Hilfswert 1 [mg/kg TM]	Hilfswert 2 [mg/kg TM]
Arsen	10	50
Blei	100	500
Cadmium	10	50
Chrom gesamt	50	1.000
Kobalt	100	500
Kupfer	100	500
Nickel	100	500
Quecksilber	2	10
Zink	500	2.500
Zinn	50	250
PAK gesamt	5	25
Naphthalin	1	5
MKW (C10-C40)	100	1.000
Benzol	1	--

Parameter	Hilfswert 1 [mg/kg TM]	Hilfswert 2 [mg/kg TM]
BTEX	10	100
LHKW	1	--

Bei Unterschreitung der Hilfswerte 1 besteht grundsätzlich keine Gefahr einer erheblichen Grundwasserverunreinigung.

Werden im Feststoff Konzentrationen über dem Hilfswert 1 nachgewiesen,

- so sind bei anorganischen Stoffen weitere Untersuchungs- und Bewertungsschritte durchzuführen, in der Regel Eluatuntersuchungen.
- so kann bei org. lipophilen Stoffgruppen (MKW u.ä.) von einer Prüfwertüberschreitung am Ort der Probenahme ausgegangen werden. Bei PAK sind nach LfW-Merkblatt 3.8/1 (Stand 2001) zusätzlich Säulenversuche durchzuführen, nach Merkblatt 3.8/5 (Stand 2017) ist für organische Stoffe auch das 2:1 Schüttelverfahren nach DIN 19529 zulässig.
- so kann bei Bodenluftbelastungen durch BTEX und LCKW von einer Prüfwertüberschreitung am Ort der Probenahme ausgegangen werden.

Zur Beurteilung des hinreichenden Verdachts einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ist als nächster Schritt eine Transportprognose durchzuführen. Bei Hinweisen auf Altlasten und schädliche Bodenveränderungen mit anorganischen und/oder hydrophilen organischen Stoffen kommen im Hinblick auf die Sickerwasserprognose bevorzugt Elutionsuntersuchungen zur Anwendung. Bei schwer löslichen anorganischen Stoffen, z. B. Schwer- und Halbmetallen, die meist in Form von Oxiden, Hydroxiden oder Carbonaten vorliegen, ist zur Emissionsabschätzung zunächst auch eine Elution durchzuführen, deren Ergebnis auf das Sickerwasser am Ort der Probenahme näherungsweise übertragen wird.

Wird in der Transportprognose der Prüfwert am Ort der Beurteilung (am Übergang in die gesättigte Zone) überschritten, so besteht der hinreichende Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast.

Lediglich wenn aufgrund der Untergrundbeschaffenheit in dieser Transportprognose fachlich plausibel begründet werden kann, dass der Prüfwert am Ort der Beurteilung derzeit und künftig nicht überschritten wird, gilt der Verdacht als ausgeräumt.

Ergibt die Sickerwasserprognose mindestens für einen Messwert eine Prüfwertüberschreitung am Ort der Beurteilung und kann der Messwert auf Grund der aktuellen Erkenntnisse (z. B. historische Erkundung) als plausibel betrachtet werden, so ist der Gefahrenverdacht hinreichend erhärtet.

In Anhang 3, Tabelle 4 des LfW-Merkblatts 3.8/1 sind zur Emissionsabschätzung Stufenwerte für Leitparameter im Grundwasser bzw. zur Einordnung von Eluatwerten festgelegt.

TABELLE 2: STUFENWERTE DES LFW-MERKBLATTES 3.8/1 (AUSWAHL)

Parameter	Stufe-1-Wert [$\mu\text{g/l}$]	Stufe-2-Wert [$\mu\text{g/l}$]
Antimon	10	40
Arsen	10	40
Barium	300	1.200
Blei	25	100
Cadmium	5	20
Chrom _{ges.}	50	200
Chromat	8	30
Kupfer	50	200
Nickel	50	200
Quecksilber	1	4
Zink	500	2.000
PAK	0,2	2
Naphthaline	2	8
Benzo(a)pyren	0,01	0,1

Bewertungsgrundlagen für den Wirkungspfad Boden – Mensch

- (1) **BUNDES-BODENSCHUTZ- UND ALTLASTENVERORDNUNG (BBodSchV) VOM 12.07.1999**
 - (2) **LFW - MERKBLATT 3.8/1, UNTERSUCHUNG UND BEWERTUNG VON ALTLASTEN, SCHÄDLICHEN BODENVERÄNDERUNGEN UND GEWÄSSERVERUNREINIGUNGEN. WIRKUNGSPFAD BODEN - GEWÄSSER – MIT ANHANG 1 BIS 3, BAYER. LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, STAND 31.10.01**
 - (3) **LFU - MERKBLATT ALTLASTEN 1, UNTERSUCHUNG UND BEWERTUNG VON ALTLASTEN UND SCHÄDLICHEN BODENVERÄNDERUNGEN – WIRKUNGSPFAD BODEN – MENSCH (DIREKTER KONTAKT), AUGSBURG 2002**
 - (4) **NACHTRAG VOM 05.11.2014 ZU TABELLE A1A, MERKBLATT ALTLASTEN 1**
 - (5) **BAYERISCHES LANDESAMT FÜR GESUNDHEIT UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (LGL): PRÜF- UND MAßNAHMENWERTE FÜR POLYZYKLISCHE AROMATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE (PAK), STAND OKTOBER 2014**
 - (6) **BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT: INFORMATIONEN ZU BESONDERS BESORGNISERREGENDEN STOFFEN – BENZO(A)PYREN, FEBRUAR 2017**
-

Generell gilt, dass die Untersuchungen zur Prüfung des Wirkungspfades Boden-Mensch so zu gestalten sind, dass Belastungsbereiche gezielt beprobt werden. Dazwischenliegende Flächen sind mit einzubeziehen. Ist auf Grund vorliegender Erkenntnisse davon auszugehen, dass die Schadstoffe in der beurteilungsrelevanten Bodenschicht annähernd gleichmäßig über eine Fläche verteilt sind, kann auf Flächen bis 10 000 m² für jeweils 1 000 m², mindestens aber von 3 Teilflächen, eine Mischprobe entnommen werden. Die Mischprobe soll aus 15 bis 25 Einzelproben einer Beprobungstiefe gewonnen werden. Bei Flächen unter 500 m² sowie in Hausgärten oder sonstigen Gärten entsprechender Nutzung kann auf eine Teilung verzichtet werden. Für Flächen über 10 000 m² sollen mindestens jedoch 10 Teilflächen beprobt werden.

In der Regel ist die Untersuchung des Pfades Boden - Mensch in eine Gesamtuntersuchung eingebettet. Hier fließen Daten aus Historischen Erhebungen und Voruntersuchungen ein, um Belastungsschwerpunkte zu ermitteln.

Die hygienische Bewertung von Schadstoffen im Boden muss folgende Kriterien berücksichtigen:

- Zusammensetzung und Ausmaß der Schadstoffbelastung des Bodens mit Art der Verteilung und Bindung im Boden
- Oberflächenbeschaffenheit des Bodens
- physikalisch-chemische und toxische Eigenschaften der Schadstoffe inkl. der Wechselwirkungen untereinander
- Exposition gegenüber den Schadstoffen in Abhängigkeit der Bodennutzung
- Individuelle Eigenschaften des Exponierten

Die Beurteilung des Wirkungspfades Boden – Mensch (direkter Kontakt) erfolgt nach den Prüfwerten der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV(1)) vom 16.07.1999.

Die nachfolgende Tabelle gibt diese Prüfwerte der BBodSchV für die direkte Aufnahme von Schadstoffen auf Kinderspielflächen, auf Wohngebieten, Park- und Freizeitanlagen und Industrie- und Gewerbegrundstücken wieder. Sind weitere relevante Schadstoffe zu vermuten, so ist das analytische Untersuchungsspektrum über die angegebenen Schadstoffe zu erweitern.

In der BBodSchV sind folgende Prüfwerte (mg/kg TM) für die gemessenen Schadstoffe in Abhängigkeit von der Nutzung festgelegt:

TABELLE 3: PRÜFWERTE NACH BBODSCHV FÜR DEN WIRKUNGSPFAD BODEN – MENSCH [MG/KG]

Parameter	Kinderspiel- flächen	Wohngebiete	Park- Freizeitanlagen	Industrie und Gewerbegrundstücke
Arsen	25	50	125	140
Blei	200	400	1000	2000
Cadmium ¹⁾	10 ¹⁾	20 ¹⁾	50	60
Cyanide	50	50	50	100
Chrom	200	400	1000	1000
Nickel	70	140	350	900
Quecksilber	10	20	50	80
Aldrin	2	4	10	-
Benzo(a)pyren	2	4	10	12
DDT	40	80	200	-
Hexachlorbenzol	4	8	20	200
Hexachlorcyclohexan	5	10	25	400
Pentachlorphenol	50	100	250	250
Polychlorierte Biphenyle (PCB ₆) ²⁾	0,4	0,8	2	40

1) In Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereich für Kinder als auch für den Anbau von Nutzpflanzen genutzt werden, ist für Cadmium der Wert von 2,0 mg/kg TM als Prüfwert anzuwenden.

2) Soweit PCB-Gesamtgehalte bestimmt werden, sind die ermittelten Messwerte durch den Faktor 5 zu dividieren.

Werden im Rahmen der Untersuchungen die Prüfwerte in den zu bewertenden und beprobten Flächen unterschritten, so gilt der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung als ausgeräumt. Gleiches gilt, wenn statt Prüfwerten Maßnahmenwerte angegeben sind.

Die Prüfwerte in obiger Tabelle zeigen deutlich, dass insbesondere die Nutzung mit der individuellen Exposition und Eigenschaften des Nutzers einen deutlichen Einfluss auf den noch akzeptablen Schadstoffgehalt haben. Beispielhaft ist hier das spielende Kleinkind zu nennen. Hier kommt eine ingestive Aufnahme von belastetem Boden in Frage, dabei wurden in der Vergangenheit spielerisch erreichte Grabtiefen von 30 – 35 cm ermittelt. Zudem treffen hier die Schadstoffe auf einen empfindlichen, in der Entwicklung begriffenen, Organismus. Damit ist klar, dass für Kinderspielflächen die schärfsten Prüfwerte gelten müssen.

Als Beprobungstiefen werden von der BBodSchV die Tiefenintervalle 0 – 10 cm und 10 – 35 cm (für Kinderspielflächen und Wohngebiete) bzw. 0 – 10 cm für Park- und Freizeitanlagen sowie Industrie- und Gewerbegrundstücke vorgesehen.

Für den Pfad Boden - Mensch wurde in den letzten Jahren eine Vielzahl von weiteren Prüfwerten ermittelt und bestehende einer Neubewertung zugeführt (vgl. beispielsweise (3), (4)). Es ist in den folgenden Jahren mit weiteren Anpassungen zu rechnen.

Sonderfall Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die Prüfwerte der BBodSchV für Benzo(a)pyren (BaP) wurden auf der Basis von Untersuchungen mit BaP als Leitsubstanz abgeleitet. In der Umwelt kommt BaP jedoch fast ausschließlich im Gemisch mit anderen PAK vor. Die BBodSchV gibt keinen Prüfwert für PAK-Gemische an. Für Benzo(a)pyren als Leitsubstanz für PAK-Gemische wurden daher im Auftrag des Umweltbundesamtes Prüfwertvorschläge abgeleitet, die in der Publikation "Prüf- und Maßnahmenwerte für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)" des Landesamts für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) dargestellt sind (5). Diese sind bis auf weiteres in Bayern als Prüfwerte anzuwenden. Entsprechende Vorgabe machen auch der Nachtrag zur Tabelle A1a des Merkblatt Altlasten 1 (4) vom 05.11.2014, sowie das Informationsblatt bzgl. Benzo(a)pyren des bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU)(6).

Die Prüfwertvorschläge sind in der folgenden Tabelle enthalten.

TABELLE 4: PRÜFWERTE NACH LGL 2014 FÜR BENZO(A)PYREN ALS LEITPARAMETER FÜR PAK-GEMISCHE FÜR DEN WIRKUNGSPFAD BODEN - MENSCH [MG/KG]

	Prüfwerte für Benzo(a)pyren als Leitparameter für PAK-Gemische [mg/kg]
Kinderspielflächen	0,5
Wohngebiete	0,5
Park- und Freizeitanlagen	1,0
Industrie und Gewerbegrundstücke	5,0

Vor Anwendung der Prüfwerte bei Orientierenden Untersuchungen ist zu prüfen, ob die PAK-Werte normiert auf BaP (BaP = 1) die Obergrenzen der nachfolgenden Tabelle 55, vor allem der höhermolekularen PAK (rechte Spalte der Tabelle), einhalten. Bei Einhaltung der Obergrenzen sind die Prüfwerte für BaP als Leitsubstanz für PAK-Gemische (Tab. 5) anzuwenden. Bei Überschreitung der Obergrenzen bei einem oder mehreren Einzelstoffen ist ein toxikologischer Sachverständiger hinzuzuziehen.

TABELLE 5: OBERGRENZE FÜR MAXIMALE PAK-ANTEILE (BAP =1) IN [MG/KG] NACH LGL 2014 (RECHTE SEITE: HÖHERMOLEKULARE PAK)

Naph	160	BaA	6
Acy	5	Chry	5
Ace	95	BbF	3
Flu	110	BkF	3
Phen	140	BaP	1
Anth	240	BghiP	3
FluA	55	I123P	3
Pyr	30	DBahA	1,5