



Bewertungshilfen

zur Gefahrenbewertung bei Verdacht einer Altlast oder schädlichen Bodenveränderung

Wirkungspfade

Boden-Mensch

Boden-Nutzpflanze

Boden-Grundwasser

Boden-Oberflächenwasser

Boden-Innenraumluft

Aktualisierungsstand: Juni 2025 – Anpassung der Werte an die gültige BBodSchV und strukturelle Überarbeitung

Redaktionelle Anpassungen: Dezember 2025

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einführung..... | 4 |
| 2 | Werte und ihre Anwendung | 5 |
| 2.1 | Gesetzlich festgelegte Werte..... | 5 |
| 2.1.1 | Prüfwerte nach BBodSchV..... | 5 |
| 2.1.2 | Maßnahmenwerte nach BBodSchV | 6 |
| 2.1.3 | Weitere Rechtsnormen angrenzender Bereiche..... | 6 |
| 2.1.3.1 | Umweltqualitätsnormen nach OGewV..... | 6 |
| 2.1.3.2 | Grenzwerte nach BImSchG | 7 |
| 2.2 | Orientierungswerte | 7 |
| 2.2.1 | Prüfwertvorschläge nach LABO..... | 8 |
| 2.2.2 | Geringfügigkeitsschwellenwerte nach LAWA..... | 8 |
| 2.2.2.1 | Gesundheitlich/sensorisch abgeleitete Geringfügigkeitsschwellenwerte..... | 9 |
| 2.2.2.2 | Ökotoxikologisch abgeleitete Geringfügigkeitsschwellenwerte | 9 |
| 2.2.3 | Dringlichkeitswerte nach LfULG..... | 9 |
| 2.2.4 | Innenraumluftwerte nach ergänzenden Ableitungsmaßstäben UBA 1999..... | 10 |
| 2.2.5 | Richtwerte und risikobezogene Leitwerte für Innenraumluft nach AIR | 10 |
| 2.2.6 | Orientierende Hinweise für flüchtige Stoffe nach LABO..... | 11 |
| 3 | Wirkungspfade..... | 14 |
| 3.1 | Wirkungspfad Boden – Mensch | 14 |
| 3.2 | Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze..... | 22 |
| 3.3 | Wirkungspfad Boden – Grundwasser | 25 |
| 3.4 | Wirkungspfad Boden – Oberflächenwasser..... | 43 |
| 3.5 | Wirkungspfad Boden – Innenraumluft..... | 53 |
| 4 | Literatur | 64 |
| 5 | Abkürzungen..... | 68 |
| 6 | Gesetze/Verordnungen | 72 |

1 Einführung

Im Verlauf der stufenweisen Erkundung von Altlastverdächtigen Flächen fallen in der Regel erstmals bei der orientierenden Untersuchung (OU) Analysenergebnisse von Schadstoffkonzentrationen in Umweltmedien an. Entsprechend der Zielstellung der OU nach Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) sind diese darauf zu prüfen, ob sie den bestehenden Gefahren Verdacht hinreichend bestätigen und damit den Handlungsbedarf einer Detailuntersuchung (DU) begründen.

Die Prüfung soll insbesondere durch einen Vergleich der Analysenwerte mit Prüf- oder Maßnahmenwerten erfolgen, die für die Wirkungspfade Boden - Mensch, Boden - Nutzpflanze und Boden - Grundwasser in der Anlage 2 der BBodSchV für bestimmte anorganische und organische Parameter festgelegt sind. Diese Prüf- und Maßnahmenwerte sind damit verbindlich geregelt.

Nach § 15 (4) BBodSchV sind für die Bewertung weiterer Parameter, die nach dieser Verordnung herangezogenen Methoden und Maßstäbe zu beachten. Diese sind im Bundesanzeiger Nummer 161a vom 28. August 1999 bekannt gemacht worden [BMUV 1999]. Die Bekanntmachung verweist ihrerseits auf die Dokumentation [UBA 1999], in welcher die genannten Methoden und Maßstäbe sowie zusätzlich ergänzende Ableitungsmaßstäbe für flüchtige Stoffe, sprengstofftypische Verbindungen und Kampfstoffe aufgeführt sind. Darüber hinaus sind darin auch die stoffbezogenen konkreten Berechnungen enthalten.

Ergänzend werden Werte aus weiteren Rechtsbereichen (Oberflächenwasser, Luft) als Orientierung herangezogen, die empfehlenden Charakter tragen.

Die vorliegenden Bewertungshilfen enthalten eine wirkungspfadbezogene Zusammenstellung der Werte und unterscheiden sowohl nach deren gesetzlichen Status als auch nach deren Zuordnung zum Niveau des Gefahrenverdachtes. Die Prüfwerte für den Pfad Boden - Mensch stellen gefahrenbezogene Werte nach Bundesanzeiger Nummer 161a vom 28. August 1999 dar. Grundlage aller Werte ist i. d. R. die Humantoxizität, also die gesundheitlich/sensorische Wirkung auf den Menschen. Im Wirkungspfad Boden – Grundwasser kommt die Ökotoxizität dazu (je nach Art der Werte). Eine Übersicht zeigt die Abbildung 1.

Der Wissensstand zur Toxikologie vergrößert sich. Deshalb werden die vorliegenden Bewertungshilfen bei Notwendigkeit aktualisiert (z. B. bei weiteren Novellierungen der BBodSchV oder bei maßgeblichen Änderungen von fachlichen Orientierungswerten). Es ist daher vor der Anwendung auf das jeweilige Aktualisierungsdatum zu achten.

2 Werte und ihre Anwendung

Das Ziel des BBodSchG im Hinblick auf die Altlastenbearbeitung, Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit abzuwehren, ist im Einzelfall erst durch den verantwortungsvollen Umgang mit den Bewertungsmaßstäben (Ausschluss oder Nachweis eines hinreichenden Gefahrenverdachtes) erreichbar.

Die Prüf-, Maßnahmen-, Grenz- und Orientierungswerte (Kap. 2.1 und 2.2) sind innerhalb der OU für die Entscheidungsfindung – DU ja/nein – heranzuziehen. Hinter diesen Werten stehen Standardexpositionsszenarien.

Die vorliegenden Werte können auch als Grundlage für die DU herangezogen werden, wenn das Expositionsszenario im Einzelfall geprüft wird und Expositionsschätzungen, Frachtabstszungen bzw. Tolerierbarkeitsbetrachtungen [LABO 2023, LfUG 2003] bei der Entscheidung, ob eine Altlast oder schädliche Bodenveränderung (SBV) vorliegt oder nicht, einfließen.

Anmerkungen: Die Auslösung von Maßnahmen hängt neben den fachlichen Bewertungen zur Gefahr auch von Verhältnismäßigkeitsbetrachtungen ab. Bei der Sanierung von Altlasten (z. B. Bodenaushub) kann neben dem Bodenschutzrecht auch das Abfallrecht relevant werden. Bei der Entsorgung bzw. Verwertung von Materialien aus der Sanierung sind die aktuellen abfallrechtlichen Vorschriften (ErsatzbaustoffV, DepV) zu beachten, die in diesen Bewertungshilfen vorgelegten Werte sind dafür nicht einschlägig.

2.1 Gesetzlich festgelegte Werte

Sind Prüf- oder Maßnahmenwerte der BBodSchV für die zu bewertenden Parameter des in Betracht kommenden Wirkungspfades vorhanden, bilden diese die Grundlage für die Bewertung.

Für weitere Wirkungspfade sind ggf. die Umweltqualitätsnormen der OGewV bzw. der Grenzwert für Innenraumluft der BImSchV sachgerecht heranzuziehen.

2.1.1 Prüfwerte nach BBodSchV

Gemäß § 8 (1) BBodSchG sind Prüfwerte „*Werte, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung der Bodennutzung eine einzelfallbezogene Prüfung durchzuführen und festzustellen ist, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt*“.

Ergeben Untersuchungen eine Überschreitung von Prüfwerten (= konkrete Anhaltspunkte für den hinreichenden Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast nach § 10 (4) BBodSchV), sind notwendige Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung durchzuführen, in der Regel eine DU. In der DU ist gemäß § 13 (2) BBodSchV festzustellen, ob sich aufgrund der Schadstoffe Gefahren ergeben. Im Einzelfall kann sich bereits aus einer geringfügigen Überschreitung die Notwendigkeit von Maßnahmen der Gefahrenabwehr (Sanierungs-, Schutz- oder Beschränkungsmaßnahmen) ergeben, wenn alle ungünstigen Umstände zusammentreffen (§ 15 (3) Satz 2 BBodSchV).

Liegt eine Unterschreitung von Prüfwerten vor, können insoweit der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast (§ 15 (2) BBodSchV) und damit diesbezügliche Gefahren (§ 13 (2) BBodSchV) ausgeschlossen werden.

Die Prüfwerte Sickerwasser am Ort der Beurteilung wurden auf Grundlage der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) abgeleitet. Sie entsprechen i. d. R. den gesundheitlich/sensorisch begründeten GFS-Werten (im Ausnahmefall dem 10-Fachen der ökotoxikologisch begründeten GFS-Werte).

2.1.2 Maßnahmenwerte nach BBodSchV

Gemäß § 8 (1) BBodSchG sind Maßnahmenwerte „*Werte für Einwirkungen oder Belastungen, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung der jeweiligen Bodennutzung in der Regel von einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast auszugehen ist und Maßnahmen erforderlich sind*“.

Ergeben Untersuchungen eine Überschreitung von Maßnahmenwerten, so ist in der Regel von einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast auszugehen (§ 8 (1) BBodSchG), mit der entsprechende Gefahren einhergehen, die Maßnahmen zu deren Abwehr erfordern.

Bei einer Unterschreitung von Maßnahmenwerten liegt kein hinreichender Gefahrenverdacht vor, der unmittelbar Maßnahmen auslösen könnte.

2.1.3 Weitere Rechtsnormen angrenzender Bereiche

2.1.3.1 Umweltqualitätsnormen nach OGewV

Eine Umweltqualitätsnorm (UQN) nach § 2 OGewV ist definiert als „*die Konzentration eines bestimmten Schadstoffs oder einer bestimmten Schadstoffgruppe, die in Wasser, Schwebstoffen, Sedimenten oder Biota aus Gründen des Gesundheits- und Umweltschutzes nicht überschritten werden darf*.“

Bei der Überschreitung mindestens einer UQN für flussgebietsspezifische Schadstoffe [ANLAGE 6 OGewV] bzw. einer UQN zur Einstufung des chemischen Zustands [ANLAGE 8 OGewV] liegt eine nachteilige Veränderung des Oberflächenwasserkörpers vor.

Ob das Ausmaß einer solchen Veränderung hinreichend ist, den Verdacht oder den Tatbestand einer Altlast bzw. schädlichen Bodenveränderung bezüglich des Wirkungspfades Boden - Oberflächenwasser bzw. einer schädlichen Oberflächengewässerveränderung zu begründen und inwieweit Maßnahmen zu ergreifen sind, ist durch weitere Sachverhaltsermittlung und Prüfschritte zu klären. Gefahrenauslösende Schwellen können weitere Kriterien und einzelfallspezifische Randbedingungen berücksichtigen. So ist z. B. auch zu berücksichtigen, wenn im Einzelfall lokal oder regional höhere geogene Hintergrundkonzentrationen vorliegen.

Bei einer Unterschreitung von UQN, ist der Oberflächenwasserkörper in Abhängigkeit von der Art der UQN (flussgebietsspezifische Schadstoffe bzw. chemischer Zustand) in einem guten ökologischen bzw. chemischen Zustand. Ein Gefahrenverdacht ist ausgeschlossen.

Vorschläge für weitere Umweltqualitätsnormen liegen beim Umweltbundesamt vor und werden in Tabelle 9 benannt. Eine gesetzliche Regelung steht noch aus.

Entsprechend der Berücksichtigung einer kleinräumigen Mittelwertbildung kann im Pfad Grundwasser-Oberflächenwasser davon ausgegangen werden, dass bei einer Unterschreitung eines mit dem Faktor 10 multiplizierten ökotoxikologischen GFS-Wertes die Qualitätsnormen im Gewässerbett des Oberflächengewässers (und damit auch der UQN) eingehalten werden [DEUTSCHER BUNDES RAT – DIP 2021, LFU SCHLESWIG-HOLSTEIN 2018].

2.1.3.2 Grenzwerte nach BImSchG

Grenzwerte nach BImSchG sind Werte, die auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse mit dem Ziel festgelegt werden, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhüten oder zu verringern, und die innerhalb eines bestimmten Zeitraums eingehalten werden müssen und danach nicht überschritten werden dürfen.

Bei dem Wirkungspfad Bodenluft - Innenraumluft ist für Konzentrationen chemischer Verunreinigungen in der Innenraumluft lediglich für den Parameter Tetrachlorethen (PER) ein gesetzlicher Grenzwert festgelegt [2. BIMSchV]. Er beträgt 0,1 mg/m³ (Mittelwert über einen Zeitraum von sieben Tagen). Dieser Grenzwert bezieht sich dabei auf Errichtung, Beschaffenheit und Betrieb von Anlagen, in welchen halogenwasserstoffhaltige Lösemittel verwendet werden und gilt auch für angrenzende Räumlichkeiten. Ungeachtet dessen kann dieser Wert auch für eine vergleichende Betrachtung von Immissionen aus (bodenschutzrechtlichen) Verdachtsflächen in Innenräume herangezogen werden [SEEGER 1999].

Bei dem Wirkungspfad Bodenluft – Außenluft kann entsprechend der Immissionswert für Tetrachlorethen (PER) nach [TA LUFT 2021] und der Immissionsgrenzwert für Benzol nach [39. BIMSchV] für eine vergleichende Betrachtung bei Immissionen aus bodenschutzrechtlichen Verdachtsflächen in die Außenluft herangezogen werden.

Bei Grenzwertunterschreitung ist der Gefahrenverdacht insoweit ausgeschlossen.

Darüber hinaus gelten bei Arbeitsplätzen, an denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird, Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW, siehe Kap. 3.5).

2.2 Orientierungswerte

Alle Werte außerhalb der gesetzlich festgelegten Werte stellen fachliche Orientierungswerte dar.

Sind in der BBodSchV keine Prüf- oder Maßnahmenwerte für die zu bewertenden Parameter im relevanten Wirkungspfad festgelegt, dann erfolgt eine Bewertung anhand von Werten/Maßstäben weiterer Rechtsbereiche bzw. nach fachlichen Orientierungswerten (Prüfwertvorschlägen, gesundheitlich/sensorisch abgeleiteten Geringfügigkeitsschwellenwerten, orientierenden Hinweisen, Richtwerten).

2.2.1 Prüfwertvorschläge nach LABO

Die Prüfwertvorschläge nach LABO [LABO 2008] für den Pfad Boden - Mensch wurden gem. BBodSchV § 15 (4) auf Grundlage der gleichen Methoden und Maßstäbe berechnet und festgelegt wie die Prüfwerte der BBodSchV.

Ergeben Untersuchungen eine Überschreitung des Prüfwertvorschlages, ist in der Regel eine DU erforderlich.

Bei einer Unterschreitung des Prüfwertvorschlages, ist insoweit der Verdacht einer Altlast oder schädlichen Bodenveränderung ausgeräumt.

Die Werte sind bundeseinheitlich abgeleitete fachliche Orientierungswerte, die für die Einzelfallbetrachtung herangezogen werden können.

2.2.2 Geringfügigkeitsschwellenwerte nach LAWA

Die von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) herausgegebenen Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) werden definiert „*als Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderungen der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten werden*“ [LAWA 2016].

Dazu wurden sowohl gesundheitlich/sensorische als auch ökotoxische Wirkungen bestimmt und der geringere Wert als GFS festgelegt, unter Einbeziehung von Plausibilitätsprüfungen.

Die GFS-Werte für das Grundwasser beziehen sich dabei auf ein für Messungen zugängliches Grundwasservolumen. Bei einer Überschreitung der GFS-Werte im Grundwasser liegt eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit vor.

Ob bei Überschreitung der GFS das Ausmaß der o. g. nachteiligen Veränderung hinreichend ist, den Verdacht oder den Tatbestand einer Altlast bzw. schädlichen Bodenveränderung bezüglich des Wirkungspfades Boden-Grundwasser bzw. einer schädlichen Gewässerveränderung im Rahmen der wasserrechtlichen Nachsorge zu begründen, ist unter Berücksichtigung der Anwendungsgrundsätze der GFS [LAWA 2016] zu bestimmen. Die Anwendungsgrundsätze im Rahmen der Nachsorge sehen eine regelhafte Berücksichtigung der gesundheitlich/sensorisch begründeten GFS Werte vor. Nur im Fall der konkreten Betroffenheit von Oberflächen-gewässern oder grundwasserabhängigen Landökosystemen ist der ökotoxikologisch abgeleitete Teil der GFS (GFS_{o}) heranzuziehen. Durch die Anwendungsgrundsätze wird jedoch auch nicht abschließend ein Gefahrenverdacht, ein Gefahrentatbestand bzw. eine schädliche Gewässerveränderung beschrieben. Gefahrenauslösende Schwellen können weitere Kriterien und einzelfallspezifische Randbedingungen berücksichtigen. So ist z. B. zu berücksichtigen, wenn im Einzelfall lokal oder regional höhere geogene Hintergrundkonzentrationen als die des doppelten Basiswertes in einer Grundwasserregion bzw. einer hydrogeochemischen Einheit vorliegen [LAWA 2016].

2.2.2.1 Gesundheitlich/sensorisch abgeleitete Geringfügigkeitsschwellenwerte

Gesundheitlich/sensorisch abgeleitete GFS-Werte (GFS_g) sind Grenzwerte aus der TrinkwV bzw. analog nach TrinkwV abgeleitete Werte (werden auch als humantoxikologisch bzw. ästhetisch abgeleitet bezeichnet).

Bei Überschreitung des gesundheitlich/sensorisch begründeten GFS-Wertes ist eine schädliche und damit auch nachteilige Veränderung des Grundwassers in jedem Fall nachgewiesen. Der abschließende Gefahrenverdacht bzw. Gefahrentatbestand ist im Rahmen der DU über eine weitere Sachverhaltsermittlung zu klären (siehe auch Anwendungsgrundsätze Nachsorge und weitere Kriterien [LAWA 2016]).

Bei Unterschreitung des gesundheitlich/sensorisch begründeten GFS-Wertes ist insoweit der Gefahrenverdacht ausgeräumt (Ausnahmefall: bei möglicher Beeinträchtigung von Oberflächengewässern oder grundwasserabhängigen Landökosystemen erfolgt weitere Prüfung).

2.2.2.2 Ökotoxikologisch abgeleitete Geringfügigkeitsschwellenwerte

Ökotoxikologisch abgeleitete GFS Werte (GFS_o) sind Werte aus Tests mit Oberflächengewässerorganismen, die in erster Näherung auch für Grundwasserorganismen als repräsentativ angenommen werden. Überdies werden Oberflächengewässer aus dem Grundwasser gespeist.

Vorrangig werden dabei Umweltqualitätsnormen (UQN) berücksichtigt, bei Nichtverfügbarkeit von UQN aber auch weitere Werte [LAWA 2016].

Bei Überschreitung eines ökotoxikologisch begründeten GFS-Wertes ist zu prüfen, inwieweit Beeinträchtigungen von Oberflächengewässern oder grundwasserabhängigen Landökosystemen vorliegen können.

Bei Unterschreitung des ökotoxikologisch begründeten GFS-Wertes ist insoweit der Gefahrenverdacht ausgeräumt und es treten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auf.

2.2.3 Dringlichkeitswerte nach LfULG

Für die Ableitung der Dringlichkeitswerte werden die gesundheitlich/sensorisch begründeten GFS herangezogen und mit einem Dringlichkeitsfaktor verknüpft. Dazu erfolgt die Differenzierung des jeweiligen Dringlichkeitsfaktors in Analogie zu den Ableitungsmaßstäben der BBodSchV [BMUV 1999] in Höhe von 5 bei kanzerogenen (bzw. entsprechend verdächtigen) Stoffen und von 10 bei nicht kanzerogenen Stoffen.

Bei Überschreitung des Dringlichkeitswertes besteht ein dringender Gefahrenverdacht. Dazu ist eine weitere Sachverhaltsermittlung im Rahmen der DU unter Berücksichtigung von weiteren Kriterien nach § 15 (8) BBodSchV im Rahmen der Verhältnismäßigkeitsprüfung durchzuführen.

2.2.4 Innenraumluftwerte nach ergänzenden Ableitungsmaßstäben UBA 1999

Die Bewertung bodenbürtiger flüchtiger Schadstoffe in der Innenraumluft kann anhand der ergänzenden Ableitungsmaßstäbe Teil 2a UBA 1999 erfolgen. Dabei wurde anhand toxikologischer Daten und eines Gefahrenfaktors eine gefahrenbezogene Innenraumluftkonzentration C_a ermittelt. Die Ableitungsmethodik unterscheidet dabei nach kanzerogenen und nicht kanzerogenen Stoffen.

Die Spezifität flüchtiger Schadstoffe (Ausbreitung, Messverfahren, Analytik) und der damit einhergehenden zahlreichen Einflussfaktoren führt allerdings zu einer anderen Verbindlichkeit als die Prüf- und Maßnahmenwerte nach BBodSchV Anlage 2, siehe insbesondere auch Orientierende Hinweise in Kapitel 2.2.6.

Bei Überschreitung einer gefahrenbezogenen Innenraumluftkonzentration besteht ein hinreichender Gefahrenverdacht in Bezug auf das Vorliegen einer Altlast bzw. SBV und es sind weitere Sachverhaltsermittlungen erforderlich.

Bei Unterschreitung einer gefahrenbezogenen Innenraumluftkonzentration ist zu prüfen, ob auch der Richtwert II nach AIR (wenn vorhanden) unterschritten wird. Wenn auch der Richtwert II unterschritten ist, ist insoweit der Gefahrenverdacht ausgeräumt. Wenn ein Richtwert II überschritten ist, besteht Handlungsbedarf, siehe auch Richtwerte in Kapitel 2.2.5.

Liegen für einen Parameter also ein Innenraumluftwert nach den ergänzenden Ableitungsmaßstäben Teil 2a UBA 1999 und ein Richtwert II bzw. risikobezogener Leitwert nach Kapitel 2.2.5 vor, ist der geringere Wert anzusetzen, in analoger Vorgehensweise von LABO 2024 für die Vorsorge.

2.2.5 Richtwerte und risikobezogene Leitwerte für Innenraumluft nach AIR

Richtwerte und risikobezogene Leitwerte dienen der gesundheitlichen Beurteilung der Innenraumluftqualität in öffentlichen und privaten Gebäuden und wurden vom Ausschuss für Innenraumluftrichtwerte (AIR) des Umweltbundesamtes abgeleitet. Das toxikologische Vorgehen ist dabei mit den ergänzenden Ableitungsmaßstäben der BBodSchV vergleichbar [LABO 2024].

Der **Richtwert I** (RW I - Vorsorgerichtwert) beschreibt die Konzentration eines Schadstoffes in der Innenraumluft, bei dessen Einhaltung oder Unterschreitung nach gegenwärtigem Forschungsstand auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist.

Ergeben Untersuchungen eine Überschreitung des Richtwertes I sind nach AIR 2025 Vorsorgemaßnahmen durchzuführen. Für den Vollzug des Bodenschutzrechtes bedeutet das u. a. die Prüfung einfacher Maßnahmen zur Minimierung von Schadstoffkonzentrationen der Innenraumluft aufgrund von Bodenluftkonzentrationen (§ 10 (5) BBodSchV).

Der **Richtwert II** (RW II - Gefahrenrichtwert) definiert die Konzentration eines Stoffes, bei deren Erreichen bzw. Überschreiten unverzüglich Handlungsbedarf besteht, da diese Konzentration geeignet ist, insbesondere für empfindliche Personen bei Daueraufenthalt in den Räumen eine gesundheitliche Gefährdung darzustellen. Der RW II ist ein wirkungsbezogener

Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Schadstoffes stützt.

Der **Risikobezogene Leitwert** definiert die Konzentration eines krebserzeugenden Stoffes in der Innenraumluft, die nach lebenslanger Exposition mit einem theoretischen Krebsrisiko von 10^{-6} verbunden ist.

Bei Erreichen bzw. Überschreiten des Richtwertes II oder eines risikobezogenen Leitwertes ist nach AIR 2025 unverzüglich zu handeln, da bei dieser Konzentration Schäden für die menschliche Gesundheit mit hinreichender Wahrscheinlichkeit anzunehmen sind.

Bei Unterschreitung eines Richtwertes II oder eines risikobezogenen Leitwertes ist zu prüfen, ob auch die gefahrenbezogene Innenraumluftkonzentration (wenn vorhanden) unterschritten wird.

Liegen für einen Parameter also ein Richtwert II bzw. risikobezogener Leitwert und eine gefahrenbezogene Innenraumluftkonzentration nach den ergänzenden Ableitungsmaßstäben der BBodSchV vor, ist der geringere Wert anzusetzen, in analoger Vorgehensweise von LABO 2024 für die Vorsorge.

2.2.6 Orientierende Hinweise für flüchtige Stoffe nach LABO

Die Berechnung der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in Bodenfeststoff und Bodenluft [LABO 2008] erfolgte auf Grundlage der Ableitungsmaßstäbe nach BA 1999 und der ergänzenden Ableitungsmaßstäbe nach UBA 1999. Bei Annahme von Gleichgewichtsbedingungen im System Bodenluft-Bodenfeststoff können sowohl Werte für Bodenluft als auch für Bodenfeststoff angegeben werden. Wegen der besonderen Spezifik flüchtiger Stoffe wird die Verallgemeinerungsfähigkeit des Expositionsszenarios für flüchtige Stoffe als geringer eingeschätzt als für nichtflüchtige Stoffe, da der Eintrag von flüchtigen Stoffen aus dem Boden in die Raumluft weitgehend von standortspezifischen Faktoren abhängig ist. Eine gesicherte Aussage über eine Gefährdung des Menschen allein anhand von Bodenluftwerten bzw. Bodenfeststoffwerten ist deshalb nicht abschließend möglich [LABO 2008, LABO 2024], sondern nur über die Untersuchung von Innenraumluft im Rahmen der DU (siehe Kap. 2.2.4). Eine Überschreitung der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe kann einen möglichen Übergang flüchtiger Stoffe in ein Gebäude anzeigen und so die Durchführung von Innenraumluftmessungen begründen.

Orientierende Hinweise für flüchtige Stoffe – Bodenluftwerte

Ausgehend von zulässigen Innenraumluftkonzentrationen wird über einen Transferfaktor (TF) die zulässige Bodenluftkonzentration abgeleitet. Dieser TF wurde per Konvention mit 1.000 festgelegt, kann aber in Abhängigkeit von den Randbedingungen (Konvektion, Diffusion, Gebäudezustand, Boden) durchaus davon abweichen. Im Einzelfall ist der TF anzupassen. Die orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft sind auch in Tabelle 5 LABO 2008 enthalten.

Orientierende Hinweise für flüchtige Stoffe – Bodenfeststoffwerte

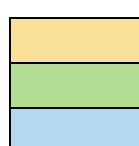
Bei den orientierenden Hinweisen für flüchtige Stoffe – Bodenfeststoffwerte sind die Stoffe aufgeführt, bei denen beim Vergleich verschiedener Aufnahmepfade (oral, inhalativ, dermal) der Expositionspfad „Anreicherung in geschlossenen Räumen“ und die inhalative Aufnahme den Ausschlag für die Ableitung eines Wertes für die angegebenen Nutzungen gibt [LABO 2008].

Fazit orientierende Hinweise:

Ergeben Untersuchungen eine Überschreitung der orientierenden Hinweise für Bodenluft bzw. Bodenfeststoff, bestehen Anhaltspunkte für eine Gefährdung exponierter Menschen über die Innenraumluft.

Bei einer Unterschreitung der orientierenden Hinweise für Bodenluft bzw. Bodenfeststoff ist ein Gefahrenverdacht insofern nicht bestätigt. Gefährdungen können bei diesem Expositions-szenario unter den Randbedingungen des Einzelfalls aber nicht ausgeschlossen werden. Die Unsicherheiten ergeben sich aus den zahlreichen auf den Stofftransport wirkenden standortspezifischen Einflussfaktoren, meteorologischen Bedingungen, Gleichgewichtsprozessen sowie aus Art der Probennahme, dem Probentransport und der -analytik. Auch Geruchsschwellenwerte können unterhalb der berechneten zulässigen Konzentrationen liegen und damit zu erheblichen Belästigungen führen. Sie müssen im Einzelfall bewertet werden.

| Wirkungspfad | Boden – Mensch | | Boden – Nutzpflanze | Boden – Grundwasser | | Boden – Oberflächenwasser | | Boden – Innenraumluft | | | Anmerkung Gefahrenverdacht |
|--------------|----------------|-------------------|---------------------|---------------------|------------------------|---------------------------|---------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Medium | Boden | | Boden | Sickerwasser | Grundwasser | Oberflächenwasser | | Bodenfeststoff | Bodenluft | Innenraumluft | |
| OU | Maßnahmenwert | | Maßnahmenwert | | | | | | | Grenzwert | |
| | Prüfwert | Prüfwertvorschlag | | | Dringlichkeitswert | | | | Richtwert II ¹⁾ | gefährbezogene Luftwerte | |
| | | | Prüfwert | Prüfwert | GFS _g -Wert | UQN | UQN-Vorschlag | orientierende Hinweise | orientierende Hinweise | Richtwert I | |



Gesetzlich festgelegte Werte entsprechend BBodSchV/ OGewV/ BImSchV

Orientierungswerte aus LABO, LAWA oder AIR; ¹⁾ bzw. risikobezogene Leitwerte

Ergänzende sächsische Orientierungswerte

nimmt zu ↑

Abbildung 1: Zuordnung von Werten zu gesetzlichem Status und Gefahr - abhängig vom Wirkungspfad

3 Wirkungspfade

3.1 Wirkungspfad Boden – Mensch

Schutzgut: Mensch

Kontaktmedium: Boden an der Stelle seiner oralen oder inhalativen (staubförmigen) Aufnahme bzw. des dermalen Kontaktes

Parameter: Gesamt-Schadstoffgehalte im Feinboden, bezogen auf Trockenmasse

Vorgehen: Anwendung von Prüf- bzw. Maßnahmenwerten, wenn diese für die relevanten Parameter des Standortes vorhanden sind.

Wenn nicht vorhanden, Anwendung der bundesweiten Prüfwertvorschläge.

In jedem Fall ist eine Einzelfallprüfung durchzuführen.

| Bewertungs-kriterien | Ableitung | Aussage |
|---|--|---|
| Maßnahmen-werte (Tabelle 2) | • nach BBodSchV 2021 | <ul style="list-style-type: none">• <u>bei Überschreitung</u>: → i. d. R. Altlast vorhanden. (Gefahrenabwehr-) Maßnahmen erforderlich• <u>bei Unterschreitung</u>: → kein hinreichender Gefahrenverdacht |
| Prüfwerte (Tabelle 1) | • nach BBodSchV 2021 | <ul style="list-style-type: none">• <u>bei Überschreitung</u>: → konkrete Anhaltspunkte für den hinreichenden Verdacht einer Altlast, i.d.R. Durchführung einer DU• <u>bei Unterschreitung</u>: → Verdacht einer Altlast insoweit ausgeräumt, Restrisiko vorhanden |
| Prüfwertvor-schläge (Tabelle 3) | <ul style="list-style-type: none">• nach LABO 2008• nach LABO 2017 (MKW)• nach IFUA 2001 (Barium, Kupfer, Zink)• nach UGM 1999 (Uran) | <ul style="list-style-type: none">• <u>bei Überschreitung</u>: → i. d. R. Durchführung einer DU• <u>bei Unterschreitung</u>: → Verdacht einer Altlast insoweit ausgeräumt, Restrisiko ist vorhanden |

Nutzungsszenarien: Gemäß § 2 BBodSchV werden folgende Nutzungen bewertet:

- Kinderspielflächen
 - Aufenthaltsbereiche für Kinder, die regelmäßig zum Spielen genutzt werden, ohne den Spielsand von Sandkästen.
- Wohngebiete
 - Dem Wohnen dienende Gebiete, einschließlich Hausgärten und sonstiger Gärten gleichartiger Nutzung, auch wenn sie nicht im Sinne der Baunutzungsverordnung als Wohngebiet planungsrechtlich dargestellt oder festgesetzt sind, ausgenommen Park- und Freizeitanlagen, Kinderspielflächen sowie befestigte Verkehrsflächen.
- Park- und Freizeitanlagen
 - a) Anlagen für soziale, gesundheitliche oder sportliche Zwecke, insbesondere öffentliche und private Grünanlagen, einschließlich Bolzplätzen und Sportflächen
 - b) unbefestigte Flächen, die regelmäßig zugänglich sind und vergleichbar zu den in Buchstabe a) genannten Anlagen genutzt werden.
- Industrie- und Gewerbegrundstücke
 - unbefestigte Flächen von Arbeits- und Produktionsstätten, die nur während der Arbeitszeit genutzt werden.

Ergänzende Ausführungen zu den Nutzungsszenarien können LABO 2023 entnommen werden.

Tabelle 1: Wirkungspfad Boden – Mensch
Prüfwerte gemäß BBodSchV (P) - in mg/kg TM

| Stoff | CAS-Nr. | Kinder-spiel-flächen | Wohn-gebiete | Park- und Freizeit-anlagen | Industrie- und Gewerbegrund-stücke |
|---|------------|---|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| | | (0 - 10 cm) ¹⁾ (10 - 30 cm) ²⁾ | (0 - 10 cm) ¹⁾ | (0 - 10 cm) ¹⁾ | (0 - 10 cm) ¹⁾ |
| Metalle | | | | | |
| Antimon | 7440-36-0 | 50 | 100 | 250 | 250 |
| Arsen | 7440-38-2 | 25 | 50 | 125 | 140 |
| Blei | 7439-92-1 | 200 | 400 | 1.000 | 2.000 |
| Cadmium | 7440-43-9 | 10 ³⁾ | 20 ³⁾ | 50 | 60 |
| Chrom, gesamt ⁴⁾ | 7440-47-3 | 200 | 400 | 400 | 200 |
| Chrom _{VI} ⁴⁾ | 18540-29-9 | 130 | 250 | 250 | 130 |
| Kobalt | 7440-48-4 | 300 | 600 | 600 | 300 |
| Nickel | 7440-02-0 | 70 | 140 | 350 | 900 |
| Quecksilber | 7439-97-6 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| Thallium | 7440-28-0 | 5 | 10 | 25 | - |
| Chlorbenzole | | | | | |
| Hexachlorbenzol | 118-74-1 | 4 | 8 | 20 | 200 |
| Phenole | | | | | |
| Pentachlorphenol | 87-86-5 | 50 | 100 | 250 | 500 |
| Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) | | | | | |
| Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK ₁₆) vertreten durch Benzo(a)pyren ⁵⁾ | | 0,5 | 1 | 1 | 5 |
| Sprengstofftypische Verbindungen | | | | | |
| 2,4-Dinitrotoluol R ⁶⁾ | 121-14-2 | 3 | 6 | 15 | 50 |
| 2,6-Dinitrotoluol R ⁶⁾ | 606-20-2 | 0,2 | 0,4 | 1 | 5 |
| Nitropenta (Pentaerythrityltetranitrat, PETN) | 78-11-5 | 500 | 1.000 | 2.500 | 5.000 |

| Stoff | CAS-Nr. | Kinder-spiel-flächen | Wohn-gebiete | Park- und Freizeit-anlagen | Industrie- und Gewerbegrund-stücke |
|--|----------------------|---|---------------------|-----------------------------------|---|
| | | (0 - 10 cm)¹⁾ (10 - 30 cm)²⁾ | | (0 - 10 cm)¹⁾ | (0 - 10 cm)¹⁾ |
| 2,2',4,4',6,6'-Hexanitrodiphenylamin (Hexyl) R ⁶⁾ | 131-73-7 | 150 | 300 | 750 | 1.500 |
| 1,3,5-Trinitro-hexahydro-1,3,5-triazin (Hexogen) | 121-82-4 | 100 | 200 | 500 | 1.000 |
| 2,4,6-Trinitrotoluol (TNT) R ⁶⁾ | 118-96-7 | 20 | 40 | 100 | 200 |
| Sonstige | | | | | |
| Aldrin | 309-00-2 | 2 | 4 | 10 | - |
| Cyanide | 74-90-8 | 50 | 50 | 50 | 100 |
| DDT (Dichlordiphenyltrichloethan) | 50-29-3 | 40 | 80 | 200 | 400 |
| Hexachlorcyclohexan (HCH-Gemisch oder β -HCH) | 608-73-1 319-85-7 | 5 | 10 | 25 | 400 |
| PCB ₆ | 1336-36-3 | 0,4 | 0,8 | 2 | 40 |

- ¹⁾ Kontaktbereich für orale und dermale Schadstoffaufnahme, zusätzlich 0 – 2 cm bei Relevanz des inhalativen Aufnahmepfades [BBODSCHV ANLAGE 3 TAB. 3]
- ²⁾ 30 cm durchschnittliche Mächtigkeit aufgebrachter Bodenschichten, zugleich von Kindern erreichbare Tiefe [BBODSCHV ANLAGE 3 TAB. 3]
- ³⁾ In Haus- und Kleingärten, die sowohl als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nahrungspflanzen genutzt werden, gilt für Cadmium ein Prüfwert von 2,0 mg/kg Trockenmasse [BBODSCHV ANLAGE 2 TAB. 4].
- ⁴⁾ Bei Überschreitung der Prüfwerte für Chrom_{gesamt} ist der Anteil an Chrom_{VI} zu messen und anhand der Prüfwerte für Chrom_{VI} zu bewerten [BBODSCHV ANLAGE 2 TAB. 4].
- ⁵⁾ Der Boden ist auf alle PAK₁₆ hin zu untersuchen. Die Prüfwerte beziehen sich auf den Gehalt an Benzo(a)pyren im Boden. Benzo(a)pyren repräsentiert dabei die Wirkung typischer PAK-Gemische auf ehemaligen Kokereien, ehemaligen Gaswerksgeländen und ehemaligen Teermischwerken/-öllägern. Weicht das PAK-Muster oder der Anteil von Benzo(a)pyren an der Summe der Toxizitätsäquivalente im zu bewertenden Einzelfall deutlich von diesen typischen PAK-Gemischen ab, so ist dies bei der Anwendung der Prüfwerte zu berücksichtigen. Liegen die siedlungsbedingten Hintergrundwerte oberhalb der Prüfwerte für Benzo(a)pyren, ist dies

bei der Bewertung der Untersuchungsergebnisse gemäß § 15 zu berücksichtigen [BBodSchV ANLAGE 2 TAB. 4].

In der Sächsischen PAK-Arbeitshilfe „Bewertung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) bezüglich des Wirkungspfades Boden-Mensch“ sind die Prüfschritte erläutert, die vor Anwendung der PAK-Prüfwerte nach BBodSchV notwendig sind.

- ⁶⁾ Da rüstungsspezifische nitroaromatische Stoffe (R) häufig in Stoffgemischen vorkommen und ein ähnliches Wirkungsspektrum aufweisen, sind Kombinationswirkungen der Nitroaromataten bei Rüstungsaltlasten in zwei Gruppen (kanzerogene und nicht kanzerogene Wirkung) zu berücksichtigen. Näheres dazu siehe UBA 1999

Tabelle 2: Wirkungspfad Boden – Mensch
Maßnahmenwerte - in ng WHO-TEQ⁴⁾/kg TM

| Stoff | Kinderspiel- flächen | Wohngebiete | Park- und Freizeit- anlagen | Industrie- und Ge- werbegrundstücke |
|---|---|--------------------|--|--|
| | (0 - 10 cm)¹⁾ (10 - 30 cm)²⁾ | | (0 - 10 cm)¹⁾ | |
| Summe der Dioxine/ Furane (PCDD/F) und dl-PCB ³⁾ | 100 | 1.000 | 1.000 | 10.000 |

¹⁾ Kontaktbereich für orale und dermale Schadstoffaufnahme, zusätzlich 0 – 2 cm bei Relevanz des inhalativen Aufnahmepfades [BBODSCHV ANLAGE 3 TAB. 3]

²⁾ 30 cm durchschnittliche Mächtigkeit aufgebrachter Bodenschichten, zugleich von Kindern erreichbare Tiefe [BBODSCHV ANLAGE 3 TAB. 3]

³⁾ Summe der Dioxine (polychlorierte Dibeno-para-dioxine (PCDD) und polychlorierte Dibenzo-furane (PCDF)) und dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle (dl-PCB) nach der DIN EN 16190:2019-10

⁴⁾ Toxizitätsäquivalente, berechnet unter Verwendung der Toxizitätsäquivalenzfaktoren (WHO-TEF) von 2005

Tabelle 3: Wirkungspfad Boden – Mensch
Prüfwertvorschläge - in mg/kg TM

| Stoff | CAS-Nr. | Kinder-spiel-flächen | Wohn-gebiete | Park- und Frei-zeit-anlagen | Industrie- u. Gewerbe-grundstücke | Quelle |
|---|------------|---|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------|
| | | (0 - 10 cm) ³⁾ (10 - 30 cm) ⁴⁾ | (0 - 10 cm) ³⁾ | | | |
| Metalle | | | | | | |
| Barium | 7440-39-3 | 2.000 | 4.000 ¹⁾ | 10.000 | - | IFUA 2001 B |
| Beryllium | 7440-41-7 | 250 | 500 | 500 | 500 | LABO 2008 |
| Kupfer | 7440-50-8 | 3.000 | 6.000 ²⁾ | 15.000 | - | IFUA 2001 A |
| Uran ⁵⁾ | 7440-61-1 | 80 | 160 | 400 | 800 | UGM 1999 |
| Vanadium | 7440-62-2 | 280 | 560 | 1.400 | unpraktikabel hoch ⁶⁾ | LABO 2008 |
| Zink | 7440-66-6 | 10.000 | 20.000 ⁸⁾ | 50.000 | - | IFUA 2001 C |
| Sprengstofftypische Verbindungen | | | | | | |
| 1,3-Dinitrobenzol R ⁹⁾ | 99-65-0 | (15) | (30) | (75) | (150) | LABO 2008 |
| 2-Nitrotoluol R ⁹⁾ | 88-72-2 | (0,2) | (0,4) | (1) | (5) | LABO 2008 |
| 2,4,6-Trinitro-phenol (Pikrin-säure) R ⁹⁾ | 88-89-1 | (8) | (15) | (40) | (80) | LABO 2008 |
| 4-Amino-2,6-di-nitro-toluol R ⁹⁾ | 19406-51-0 | (20) | (40) | (100) | (200) | LABO 2008 |
| 2-Amino-4,6-di-nitro-toluol R ⁹⁾ | 35572-78-2 | (20) | (40) | (100) | (200) | LABO 2008 |
| N-Methyl-N,2,4,6-tetra-nitroanilin (Tetryl) R ⁹⁾ | 479-45-8 | (200) | (400) | (1.000) | (2.000) | LABO 2008 |
| Kampfstoffe | | | | | | |
| Adamsit ¹⁰⁾ | 578-94-9 | | (2) | | | LABO 2008 |
| Bis-Diphenylar-sinoxid ¹⁰⁾ | 2215-16-9 | | (2) | | | LABO 2008 |
| Chloraceto-phenon ¹⁰⁾ | 1341-24-8 | | (3) | | | LABO 2008 |

| Stoff | CAS-Nr. | Kinder-spiel-flächen | Wohn-gebiete | Park- und Frei-zeit-anlagen | Industrie- u. Gewerbe-grundstücke | Quelle |
|---|----------------|---|---------------------------|------------------------------------|--|---------------|
| | | (0 - 10 cm) ³⁾ (10 - 30 cm) ⁴⁾ | (0 - 10 cm) ³⁾ | | | |
| Chlorpikrin (Trichlor-nitromethan) ¹⁰⁾ | 76-06-2 | | (0,3) | | | LABO 2008 |
| Clark I (Diphenyl-chlorarsin) ¹⁰⁾ | 712-48-1 | | (5) | | | LABO 2008 |
| Clark II (Diphenylarsincyanid) ¹⁰⁾ | 23525-22-6 | | (1) | | | LABO 2008 |
| Pfiffikus ¹⁰⁾ | 696-28-6 | | (3) | | | LABO 2008 |
| S-Lost | 505-60-2 | | (0,5) | | | LABO 2008 |
| Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)⁷⁾ siehe Tabelle 10 | | | | | | |
| Chlorbenzole⁷⁾ siehe Tabelle 10 | | | | | | |
| Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)⁷⁾ siehe Tabelle 10 | | | | | | |
| Sonstige (Trimethylbenzol, MKW, Nitrobenzol, Nitrotoluole)⁷⁾ siehe Tabelle 10 | | | | | | |

- 1) Für Hausgärten, die sowohl als Aufenthaltsbereich für Kinder als auch für den Anbau von Nahrungspflanzen genutzt werden, ist für Barium ein Wert von 2.000 mg/kg anzuwenden.
- 2) Für Hausgärten, die sowohl als Aufenthaltsbereich für Kinder als auch für den Anbau von Nahrungspflanzen genutzt werden, ist für Kupfer ein Wert von 3.000 mg/kg anzuwenden.
- 3) Kontaktbereich für orale und dermale Schadstoffaufnahme, zusätzlich 0 – 2 cm bei Relevanz des inhalativen Aufnahmepfades [BBODSCHV ANLAGE 3 TAB. 3]
- 4) 30 cm durchschnittliche Mächtigkeit aufgebrachter Bodenschichten, zugleich von Kindern erreichbare Tiefe [BBODSCHV ANLAGE 3 TAB. 3]
- 5) Bewertung des chemischen Elementes Uran für den oralen Pfad - ohne inhalativen Pfad und ohne Strahlenbelastung, nach UGM 1999.
- 6) g/kg Bereich
- 7) Flüchtige Stoffe, deshalb „nur“ orientierende Hinweise auf Prüfwerte.

Der Expositionspfad „Anreicherung in geschlossenen Räumen“ und inhalative Aufnahme ist maßgebend bei den gekennzeichneten Stoffen und kann bei „Wohngebieten“ oder „Industrie- und Gewerbegrundstücken“ eine Rolle spielen. Die Verallgemeinerungsfähigkeit des Expositionsszenarios für flüchtige Stoffe ist aufgrund der getroffenen Annahmen geringer als bei nichtflüchtigen Stoffen (z. B. Annahme eines Transferfaktors Bodenluft-Kellerinnenraumluft von 1:1.000). Aufgrund starker Verdünnung der Bodenluft in die Außenluft bzw. bei der oralen Bodenaufnahme ist eine Gefährdung von Kindern im Außenbereich erst bei hohen

Konzentrationen möglich, die i. d. R. bei Altlasten nicht mehr vorkommen. Bewertungsrelevant können aber Anreicherungen in Innenräumen sein. Ggf. sind Kinderspielflächen, die an Wohngebäude angrenzen bezüglich einer möglichen Innenraumbelastung als „Wohngebiete“ zu bewerten [LABO 2008 TABELLE 2, UBA 1999 TEIL 2A].

Auch bei MKW ist eine Gefährdung durch orale Aufnahme erst bei hohen Konzentrationen möglich. Diese Konzentrationen sind aufgrund ihrer Höhe i.d.R. nicht bewertungsrelevant, [LABO 2017].

- 8) Für Hausgärten, die sowohl als Aufenthaltsbereich für Kinder als auch für den Anbau von Nahrungspflanzen genutzt werden, ist für Zink der Wert von 10.000 mg/kg anzuwenden.
- 9) Da rüstungsspezifische nitroaromatische Stoffe (R) häufig in Stoffgemischen vorkommen und ein ähnliches Wirkungsspektrum aufweisen, sind Kombinationswirkungen der Nitroaromataten bei Rüstungsaltlasten in zwei Gruppen (kanzerogene und nicht kanzerogene Wirkung) zu berücksichtigen. Näheres dazu siehe BBodSchV 1999 bzw. UBA 1999 (Berechnung von Prüfwerthen zur Bewertung von Altlasten, Teil 2b: „Ergänzende Ableitungsmethoden und -maßstäbe bei weiteren Stoffen - rüstungsspezifische Stoffe -“).
- 10) Zur Berücksichtigung von möglichen additiven Wirkungen bei Vorliegen von Kampfstoffgemischen wird bei den mit ¹⁰⁾ gekennzeichneten Stoffe eine gewichtete Addition unter Verwendung der stoffspezifischen behelfsmäßigen Bodenorientierungswerte empfohlen [LABO 2008]
- () Behelfsmäßige Bodenorientierungswerte für sprengstofftypische Verbindungen, chemische Kampfstoffe und deren Abbauprodukte. Bei den sprengstofftypischen Verbindungen ist es aufgrund eingeschränkter Datenbasis nicht immer möglich gewesen, methodisch konsistent toxikologische Beurteilungswerte (TRD) abzuleiten. Ersatzweise wird eine orientierende Abschätzung der TRD-Werte vorgenommen.

Die Werte für chemische Kampfstoffe sind nutzungsunabhängig. Es handelt sich dabei um chemische Kampfstoffe und deren Abbauprodukte, bei denen akute Wirkungen im Vordergrund stehen. Nach Eingriffen in den Boden können exponierte Personen unmittelbar in Kontakt mit der kontaminierten Erde treten. Hohe Belastungen sind vermutlich nur in kurzen Zeiträumen nach den Erdbewegungen zu erwarten. Eine Zuordnung zu den von der BBodSchV aufgeführten Nutzungen ist damit nicht möglich, daher nur ein Zahlenwert [LABO 2008 TABELLE 3 UND 4, UBA 1999 TEIL 2B].

3.2 Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze

- Schutzgut:** **Pflanze (im Hinblick auf Pflanzenqualität)**
Pflanze (im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigungen)
- Kontaktmedium:** Boden als Wurzelraum am Standort der Pflanze
- Parameter:** Extrakte aus Feinboden mit Königswasser (KW), Ammoniumnitrat (AN) oder gemäß BBodSchV vorgegebenen Extraktionsverfahren (Anlage 3 Tabelle 5), bezogen auf Trockenmasse
- Vorgehen:** Anwendung der Prüf- bzw. Maßnahmenwerte, wenn diese für die relevanten Parameter des Standortes vorhanden sind.
In jedem Fall ist eine Einzelfallprüfung durchzuführen.

| Bewertungskriterien | Ableitung | Aussage |
|--------------------------------------|---|---|
| Maßnahmenwerte (Tabelle 4) | <ul style="list-style-type: none"> • nach BBodSchV 2021 • nach AG Dioxine | <ul style="list-style-type: none"> • <u>bei Überschreitung</u>: → i.d.R. Altlast vorhanden (Gefahrentatbestand), (Gefahrenabwehr-) Maßnahmen erforderlich • <u>bei Unterschreitung</u>: → kein hinreichender Gefahrenverdacht, Restrisiko vorhanden |
| Prüfwerte (Tabelle 4) | <ul style="list-style-type: none"> • nach BBodSchV 2021 | <ul style="list-style-type: none"> • <u>bei Überschreitung</u>: → Bestätigung eines hinreichenden Gefahrenverdacht, i.d.R. Durchführung einer DU • <u>bei Unterschreitung</u>: → Ausschluss des Altlastverdachts |

Tabelle 4: Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze

**Prüfwerte(P) sowie Maßnahmenwerte(M) im Hinblick auf Pflanzenqualität
bzw. in Klammern im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigungen bei Kul-
turpflanzen - in mg/kg TM**

| Stoff | CAS-Nr. | Ackerbau, Nutzgarten (0 - 30 cm) ⁸⁾ (30 - 60 cm) ¹⁾ | | Grünland (0 - 10 cm) ⁹⁾ (10 - 30 cm) ¹⁾ | |
|--|-----------|---|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| | | P | M | P | M |
| Arsen | 7440-38-2 | 200 KW, 50 KW ²⁾ , (0,4 AN) | - | 50 KW | - |
| Blei | 7439-92-1 | 0,1 AN | - | - | 1.200 KW |
| Cadmium | 7440-43-9 | - | 0,1 AN 0,04 AN ³⁾ | - | 20 KW 15 KW ⁷⁾ |
| Kupfer | 7440-50-8 | (1 AN) | - | - | 1.300 KW, 200 KW ⁴⁾ |
| Nickel | 7440-02-0 | (1,5 AN) | - | - | 1.900 KW |
| Quecksilber | 7439-97-6 | 5 KW | - | - | 2 KW |
| Thallium | 7440-28-0 | 0,1 AN | - | - | 15 KW |
| Zink | 7440-66-6 | (2 AN) | - | - | - |
| Benzo(a)pyren | 50-32-8 | 1 ⁵⁾ | - | - | - |
| DDT (Dichlordiphe- nyltrichlorethan) | 50-29-3 | 1 ⁵⁾ | - | - | - |
| Hexachlorbenzol | 118-74-1 | - | - | 0,5 ⁵⁾ | - |
| Hexachlorcyclohe- xan, gesamt | 608-73-1 | - | - | 0,05 ⁵⁾ | - |
| PCB ₆ | 1336-36-3 | - | - | - | 0,2 ⁵⁾ |
| PCDD/F ⁶⁾ (Dio- xine/Furane) | | - | (40) ¹⁰⁾ | 15 ⁵⁾ | - |

¹⁾ Für die größeren Bodentiefen 30 - 60 cm (Ackerbau, Nutzgarten) bzw. 10 - 30 cm (Grünland) sind die 1,5-fachen Prüf- und Maßnahmenwerte maßgeblich

²⁾ Bei Böden mit zeitweise reduzierenden Verhältnissen

³⁾ auf Flächen mit Brotweizenanbau oder Gemüseanbau

⁴⁾ Bei Grünlandnutzung durch Schafe

⁵⁾ gemäß lt. BBodSchV (Anlage 3 Tabelle 5) vorgegebenen Extraktionsverfahren

⁶⁾ Summe der Dioxine (polychlorierte Dibenzo-para-dioxine (PCDD) und polychlorierte Dibenzo-furane (PCDF)) und dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle (dl-PCB) nach der DIN EN

16190:2019-10, ausgedrückt in ng WHO-TEQ/kg TM, Toxizitätsäquivalente, berechnet unter Verwendung der Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEF) [WHO 2005]

- ⁷⁾ bei Flächen mit pH-Werten unter pH 5
- ⁸⁾ Bei abweichender Mächtigkeit des Bearbeitungshorizontes bis zur Untergrenze des Bearbeitungshorizontes
- ⁹⁾ Bei abweichender Mächtigkeit des Hauptwurzelbereiches bis zur Untergrenze des Hauptwurzelbereiches
- ¹⁰⁾ von AG Dioxine in Sachsen empfohlener Maßnahmenwert.
Ein Prüfwert (im Sinne einer Besorgnis) für landwirtschaftliche und gärtnerische Bodennutzung liegt bei 5 ng/kg TM

KW Königswasser-Aufschluss

AN Ammoniumnitrat-Aufschluss

3.3 Wirkungspfad Boden – Grundwasser

Schutzgut: **Grundwasser, Mensch**

Kontaktmedium: **Eluat** am Ort der Probennahme (OdP), auf Grundlage von Materialuntersuchungen

Sickerwasser am Ort der Beurteilung (OdB, im Übergangsbereich von ungesättigter zur gesättigter Bodenzone)

Grundwasser (für Istzustandsbewertung Grundwasser, für Rückschlüsse bzw. Rückrechnungen aus dem Grundwasser auf die Sickerwasserkonzentration am OdB im Rahmen der Sickerwasserprognose, für Trinkwasser)

Parameter: Schadstoffkonzentration im:

- Eluat
- Sickerwasser
- Grundwasser

Vorgehen: Anwendung der Prüfwerte am OdP

Anwendung der Prüfwerte am OdB bei Durchführung einer Sickerwasserprognose (ggf. auch für Rückrechnungen aus dem GW) bzw. für kleinräumiges Grundwasservolumen im Rahmen einer Einmischungsprognose

Anwendungsgrundsätze der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS-Werte) für die Nachsorge:

- Verwendung gesundheitlich/sensorisch begründeter GFS-Werte zur Feststellung einer schädlichen Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit und anschließende weitere Sachverhaltsermittlung zur abschließenden Klärung des Gefahrenverdachts bzw. Gefahrentatbestands.
- Verwendung ökotoxikologisch begründeter GFS-Werte nur bei Nachweis konkreter Beeinträchtigungen von Oberflächengewässern oder grundwasserabhängigen Landökosystemen.

Berücksichtigung der Dringlichkeitswerte hier insbesondere bei den Tolerierbarkeitsbetrachtungen im Rahmen der DU.

In jedem Fall ist eine Einzelfallprüfung durchzuführen unter Berücksichtigung der natürlichen bzw. siedlungsbedingt erhöhten Schadstoffkonzentrationen (Hintergrundwerte).

| Bewertungskriterien | Ableitung | Aussage |
|---|---|--|
| <p>Prüfwerte anorganische Stoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ort der Probennahme (OdP) • Ort der Beurteilung (OdB) <p>(Tabelle 5)</p> | • BBodSchV 2021 | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Konzentration > PW am OdP</u> → Anhaltspunkte für das Vorliegen einer Altlast → Durchführung einer Sickerwasserprognose zur Feststellung, ob hinreichender Verdacht für die Gefährdung des Schutzguts Grundwasser vorliegt • <u>Konzentration > PW am OdB</u> → konkrete Anhaltspunkte für das Vorliegen einer Altlast, hinreichender Verdacht. → ggf. Durchführung einer Einmischungsprognose: Wenn dann <u>Konzentration > PW</u> (kleinräumig gemittelt): hinreichender Gefahrenverdacht bleibt bestehen → Durchführung einer DU, wenn die Gefahr nicht mit einfachen Mitteln oder auf andere Weise beseitigt werden kann, ggf. Grundwasserprobennahme, Prüfung Frachten und weitere Kriterien zur Tolerierbarkeit • <u>Konzentration ≤ PW OdP/OdB</u> (einschl. Einmischungsprognose) → Ausschluss der Grundwassergefährdung aufgrund einer Altlast. |
| <p>Gesundheitlich/sensorisch begründete GFS-Werte¹⁾ für Grundwasser</p> <p>(Tabelle 7)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • LAWA 2016 mit Anwendungsgrundsätzen • LAWA 2017 (PFAS) • FoBiG 2018 (NSO-Heterozyklen) • LfU BAYERN 2003 (Kampfstoffe) • (UGM 1998) | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Regelfall: Bei Überschreitung des gesundheitlich/ sensorisch begründeten GFS-Wertes (GFS_g)</u> → schädliche und damit auch nachteilige Veränderung des Grundwassers ist nachgewiesen. → weitere Sachverhaltsermittlung im Rahmen der DU mit Prüfung und abschließender Klärung des Gefahrenverdachts bzw. Gefahrenratbestands |

| Bewertungskriterien | Ableitung | Aussage |
|---|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Ausnahmefall:</u> Bei Überschreitung des ökotoxikologisch begründeten GFS-Wertes ($GFS_{ö}$) → nachteilige Veränderung ist nachgewiesen, soweit konkrete Beeinträchtigungen von Oberflächengewässern oder grundwasserabhängigen Landökosystemen vorliegen. → weitere Sachverhaltsermittlung im Rahmen der DU mit Prüfung und abschließender Klärung des Gefahrenverdachts bzw. Gefahrenatbestands • <u>Bei dauerhafter Unterschreitung:</u> → insoweit Ausschluss eines Gefahrenverdachts für den Mensch bzw. das Ökosystem |
| Dringlichkeitswerte (Tabelle 7) | <ul style="list-style-type: none"> • Multiplikation des gesundheitlich/sensorisch abgeleiteten GFS-Wertes mit einem Dringlichkeitsfaktor (LFULG) | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Bei Überschreitung:</u> → Bestätigung eines dringenden Gefahrenverdachtes für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser → abschließende Sachverhaltsermittlung im Rahmen der DU mit Prüfung der Nicht-Tolerierbarkeit. |

¹⁾ Regelfall, ansonsten ökotoxikologisch begründete GFS-Werte ($GFS_{ö}$)

Tabelle 5 Wirkungspfad Boden – Grundwasser

Prüfwerte für Gehalte anorganischer Stoffe im Eluat (OdP)¹⁾ bzw. Sickerwasser (OdB)²⁾ - in µg/L

| Stoff | CAS-Nr. | Ort der Probennahme | | Ort der Beurteilung |
|------------------------------|------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| | | TOC-Gehalt < 0,5% | TOC-Gehalt ≥ 0,5% | |
| Antimon | 7440-36-0 | 10 | 10 | 5 |
| Arsen | 7440-38-2 | 15 | 25 | 10 |
| Blei | 7439-92-1 | 45 | 85 | 10 |
| Bor | 7440-42-8 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Cadmium | 7440-43-9 | 4 | 7,5 | 3 |
| Chrom, gesamt | 7440-47-3 | 50 | 50 | 50 |
| Chrom _{VI} | 18540-29-9 | 8 | 8 | 8 |
| Kobalt | 7440-48-4 | 50 | 125 | 10 |
| Kupfer | 7440-50-8 | 50 | 80 | 50 |
| Molybdän | 7439-98-7 | 70 | 70 | 35 |
| Nickel | 7440-02-0 | 40 | 60 | 20 |
| Quecksilber | 7439-97-6 | 1 | 1 | 1 |
| Selen | 7782-49-2 | 10 | 10 | 10 |
| Zink | 7440-66-6 | 600 | 600 | 600 |
| Cyanide, gesamt | 57-12-5 | 50 | 50 | 50 |
| Cyanide, leicht frei-setzbar | 57-12-5 | 10 | 10 | 10 |
| Fluorid | 16984-48-8 | 1.500 | 1.500 | 1.500 |

¹⁾ Ort der Probennahme nach BBodSchV

²⁾ Ort der Beurteilung nach BBodSchV

Tabelle 6 Wirkungspfad Boden – Grundwasser
Prüfwerte für Gehalte organischer Stoffe im Sickerwasser - in µg/L

| Stoff | CAS-Nr. | Ort der Probennahme Ort der Beurteilung |
|---|-------------------------------|--|
| Aldrin | 309-00-2 | 0,03 |
| BTEX ¹⁾ | | 20 |
| Benzol | 71-43-2 | 1 |
| Summe Chlorbenzole | | 2 |
| Chlorethen (Vinylchlorid) | 75-01-4 | 0,5 |
| Summe Chlorphenole | | 2 |
| Hexachlorbenzol | 118-74-1 | 0,1 |
| Summe Kohlenwasserstoffe ²⁾ | 8012-95-1 | 200 |
| LHKW ³⁾ | | 20 |
| Summe Tri- und Tetrachlorethen | | 10 |
| Methyl-tertiär-butylether (MTBE) | 1634-04-4 | 10 |
| Summe Nonylphenole (= 4-Nonylphenol, verzweigt und Nonylphenol-Isomere) | | 3 |
| Pentachlorphenol (PCP) | 87-86-5 | 0,1 |
| Phenol | 108-95-2 | 80 |
| Summe aus PCB ₆ und PCB ₁₁₈ | | 0,01 |
| PAK ₁₅ ⁴⁾ | | 0,2 |
| Naphthalin und Methylnaphthaline | 91-20-3 91-12-0 91-57-6 | 2 |
| 2,4-Dinitrotoluol | 121-14-2 | 0,05 |
| 2,6-Dinitrotoluol | 606-20-2 | 0,05 |
| 2,4,6-Trinitrotoluol (Pikrinsäure) | 88-89-1 | 0,2 |
| 2,2', 4,4', 6,6'-Hexanitrodiphenylamin (Hexyl) | 131-73-7 | 2 |
| 1,3,5-Trinitro-hexahydro-1,3,5-triazin (Hexogen) | 121-82-4 | 1 |
| Nitropenta (Pentaerythrityltetranitrat (PETN) | 78-11-5 | 10 |
| Perfluorbutansäure (PFBA) | 375-22-4 | 10 |
| Perfluorhexansäure (PFHxA) | 307-24-4 | 6 |
| Perfluoroktansäure (PFOA) | 335-67-1 | 0,1 |
| Perfluorononansäure (PFNA) | 375-95-1 | 0,06 |

| Stoff | CAS-Nr. | Ort der Probennahme Ort der Beurteilung |
|----------------------------------|----------------|--|
| Perfluorbutansulfonsäure (PFBS) | 375-73-5 | 6 |
| Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) | 355-46-4 | 0,1 |
| Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) | 1763-23-1 | 0,1 |

- ¹⁾ Summe aus Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylole
- ²⁾ Summe der Kohlenwasserstoffe, die zwischen n-Dekan (C10) und n-Tetracontan (C40) von der gaschromatographischen Säule eluieren
- ³⁾ Summe leichtflüchtiger Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW): Summe der halogenierten C1- und C2-Kohlenwasserstoffe, einschließlich Trihalogenmethane. Der Prüfwert für Chlorethen ist zusätzlich einzuhalten.
- ⁴⁾ PAK₁₅: Summe PAK ohne Naphthalin und Methylnaphthaline

Tabelle 7: Wirkungspfad Boden – Grundwasser
gesundheitlich/sensorisch und ökotoxikologisch begründete GFS-Werte
sowie Dringlichkeitswerte (D-Werte) für das Grundwasser - in µg/L

| Stoff | CAS-Nr. | GFS-Wert | GFS | | D-Wert (GFS _g ^{7*} DF) | Quelle |
|------------------------------------|------------|----------|---|---|--|----------------------------------|
| | | | ökotoxi- kolo- gisch (GFS _ö) | gesund- heitlich/ sensorisch (GFS _g) | | |
| Anorganische Stoffe | | | | | | |
| Antimon | 7440-36-0 | 5 | 113 | 5 ⁵⁾ | 50 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Arsen | 7440-38-2 | 3,2 | 3,2 | 10 ⁵⁾ ¹⁸⁾ | 50 | LAWA 2026 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Barium | 7440-39-3 | 175 | 175 | 1.000 ⁷⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Blei | 7439-92-1 | 1,2 | 1,2 | 10 ⁵⁾ ¹⁶⁾ | 100 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Bor | 7440-42-8 | 180 | 180 | 1.000 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Cadmium | 7440-43-9 | 0,3 | 0,3 | 3 ⁵⁾ | 15 ¹²⁾ | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Chrom | 7440-47-3 | 3,4 | 3,4 ^{13a)} | 50 ¹³⁾ | 250 ¹²⁾ | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Kobalt | 7440-48-4 | 2 | 2 | 10 ⁷⁾ | 100 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Kupfer | 7440-50-8 | 5,4 | 5,4 | 50 ¹¹⁾ | 2.000 ⁵⁾ ⁹⁾ | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Molybdän | 7439-98-7 | 35 | 340 | 35 ⁷⁾ | 350 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Nickel | 7440-02-0 | 7 | 7 | 20 ⁵⁾ | 100 ¹²⁾ | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Quecksilber | 7439-97-6 | 0,1 | 0,1 | 1 ⁵⁾ | 10 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Selen | 7782-49-2 | 3 | 3 | 10 ⁵⁾ | 100 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Thallium | 7440-28-0 | 0,2 | 0,2 | 0,8 ⁷⁾ | 8 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Uran | 7440-61-1 | - | 3 ¹⁾ | 10 ⁵⁾ | 30 | SOHR 2008/UBA 2013 |
| Vanadium | 7440-62-2 | 4 | 5,1 | 4 ⁷⁾ | 40 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Zink | 7440-66-6 | 60 | 60 | 600 ¹¹⁾ | 5.000 ⁷⁾ ⁹⁾ | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Chlorid | 16887-00-6 | 250 mg/L | 94 mg/L | 250 ⁵⁾ mg/L | 2.500 mg/L | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Cyanid, gesamt | 57-12-5 | 50 | - | 50 ⁵⁾ | 500 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Cyanid, leicht frei- setzbar | 57-12-5 | 10 | 10 | - | 100 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Fluorid | 16984-48-8 | 900 | 900 | 1.500 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |

| Stoff | CAS-Nr. | GFS-Wert | GFS | | D-Wert (GFS _g ^{7*} DF) | Quelle |
|--|-----------------------------------|-------------------------------------|---|--|---|----------------------------------|
| | | | ökotoxi-kolo-gisch (GFS _ö) | gesundheitlich/sensorisch (GFS _g) | | |
| Sulfat | 14808-79-8 | 250 mg/L | 675 mg/L | 250 mg/L ⁵⁾ | 2.500 mg/L | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Organische Stoffe | | | | | | |
| Benzole, Chlorbenzole | | | | | | |
| Summe Benzol und alkylierte Benzole (BTEX) ⁴⁾ | | 20 | - | 20 | 100 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Benzol | 71-43-2 | 1 | 10 | 1 ⁵⁾ | 5 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Chlorbenzole, gesamt | | 1 | - | 1 ⁷⁾ | 5 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Hexachlorbenzol | 118-74-1 | 0,01 | 0,01 | 0,1 | 0,5 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Pentachlorbenzol | 608-93-5 | 0,007 | 0,007 | 2,8 ⁷⁾ | 28 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Trichlorbenzole, gesamt | | 0,4 | 0,4 | 20 ⁷⁾ | 200 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Etheroxygenate | | | | | | |
| Etheroxygenate insb. MTBE ETBE TAME | 1634-04-4 637-92-3 994-05-8 | 5 davon max. 2,5 µg/l ETBE | 2.600 37 67,8 | 5 | 25 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Kampfstoffe | | | | | | |
| Thiodiglykol | 111-48-8 | - | 450 | - | - | LFU BAYERN 2003 |
| 1,4-Dithian | 505-29-3 | - | 25 (V) | - | - | LFU BAYERN 2003 |
| Chlorpikrin (Trichlornitromethan) | 76-06-2 | - | 30 ng/l | - | - | LFU BAYERN 2003 |

| Stoff | CAS-Nr. | GFS-Wert | GFS | | D-Wert (GFS _g ^{7*} DF) | Quelle |
|---|------------|-------------------|--|--|---|---------------------------------|
| | | | ökotoxi-kologisch (GFS _ö) | gesundheitlich/sensorisch (GFS _g) | | |
| Chloracetophenon | 1341-24-8 | - | 45 ng/l | - | - | LFU BAYERN 2003 |
| Acetophenon | 98-86-2 | - | 55 | - | - | LFU BAYERN 2003 |
| Clark I | 712-48-1 | - | 30 ng/l | - | - | LFU BAYERN 2003 |
| Clark II (Diphenylarsincyanid) | 23525-22-6 | - | 25 ng/l (V) | - | - | LFU BAYERN 2003 |
| Adamsit | 578-94-9 | - | 30 ng/l (V) | - | - | LFU BAYERN 2003 |
| Pfiffikus | 696-28-6 | - | 30 ng/l (V) | - | - | LFU BAYERN 2003 |
| Triphenylarsin | 603-32-7 | - | 3 (V) | - | - | LFU BAYERN 2003 |
| Bis-Diphenylarsinoxid | 2215-16-9 | - | 50 ng/l (V) | - | - | LFU BAYERN 2003 |
| Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW), Kohlenwasserstoffe | | | | | | |
| Kohlenwasserstoffe (Σ C ₁₀ – C ₄₀) | | 100 | - | 100 ⁷⁾ | 1.000 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| LHKW ³⁾ , gesamt | | 20 ¹⁴⁾ | - | 20 | 100 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| Trichlorethen (TRI) | 79-01-6 | Σ 10 | 10 ⁶⁾ | Σ 10 ⁵⁾ | Σ 50 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| Tetrachlorethen (PER) | 127-18-4 | | 10 ⁶⁾ | | | |
| Chlorethen (Vinylchlorid) | 75-01-4 | 0,5 | 2 | 0,5 ⁵⁾ | 2,5 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| 1,2-Dibrommethan | 106-93-4 | 0,02 | 2 | 0,02 ⁷⁾ | 0,1 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| 1,2-Dichlorethan | 107-06-2 | 3 | 10 | 3 ⁵⁾ | 15 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |

| Stoff | CAS-Nr. | GFS-Wert | GFS | | D-Wert (GFS _g ^{7*} DF) | Quelle |
|----------------------------------|------------|----------|---|--|---|----------------------------------|
| | | | ökotoxi-kolo-gisch (GFS _ö) | gesundheitlich/sensorisch (GFS _g) | | |
| Trichlor-methan (Chloro-form) | 67-66-3 | 2,5 | 2,5 | 50 ^{5), 10)} | 250 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| NSO-Heterozyklen | | | | | | |
| 2,4-Dime-thylchinolin | 1198-37-4 | - | - | 0,12 | 0,6 | FoBIG 2018 / LFULG ¹⁷ |
| 2,3-Dime-thylthio-phen | 632-16-6 | - | - | 200 | 2.000 | FoBIG 2018 / LFULG ¹⁷ |
| 2,5-Dime-thylthio-phen | 638-02-8 | - | - | 200 | 2.000 | FoBIG 2018 / LFULG ¹⁷ |
| 3-Methylbenz o(b)thio-phen | 1455-18-1 | - | - | 7,7 | 77 | FoBIG 2018 / LFULG ¹⁷ |
| 5-Methylbenz o(b)thio-phen | 14315-14-1 | - | - | 7,7 | 77 | FoBIG 2018 / LFULG ¹⁷ |
| 3-Methyl-benzofuran | 21535-97-7 | - | - | 0,28 | 1,5 | FoBIG 2018 / LFULG ¹⁷ |
| 2-Methyl-dibenzofuran | 7320-51-6 | - | - | 0,075 ¹⁵⁾ | 0,4 | FoBIG 2018 / LFULG ¹⁷ |
| 2-Hydroxybiphenyl | 90-43-7 | - | - | 1.400 | - | FoBIG 2018 / - |
| Indan | 496-11-7 | - | - | 120 | 1.200 | FoBIG 2018 / LFULG ¹⁷ |
| Inden | 95-13-6 | - | - | 120 | 1.200 | FoBIG 2018 / LFULG ¹⁷ |
| Pyridin | 110-86-1 | - | - | 3,5 | 35 | UGM 1998 / LFULG ¹⁷⁾ |

| Stoff | CAS-Nr. | GFS-Wert | GFS | | D-Wert (GFS _g ^{7*} DF) | Quelle | | | |
|---|---------------------|-----------------|---|--|---|---------------------------------|--|--|--|
| | | | ökotoxi-kolo-gisch (GFS _ö) | gesundheitlich/sensorisch (GFS _g) | | | | | |
| Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) | | | | | | | | | |
| PAK ₁₅ ²⁾ | | 0,2 | Nur für Einzelstoffe | 0,2 | 1 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ | | | |
| Benzo(b)fluoranthen | 205-99-2 | 0,017 | 0,017 | $\Sigma 0,1^{5)}$ | $\Sigma 0,5$ | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ | | | |
| Benzo(k)fluoranthen | 207-08-9 | 0,017 | 0,017 | | | | | | |
| Benzo(ghi)perlynen | 191-24-2 | $\Sigma 0,0082$ | $\Sigma 0,0082$ | | | | | | |
| Indeno(1,2,3cd)pyren | 193-39-5 | | | | | | | | |
| Anthracen | 120-12-7 | 0,1 | 0,1 | 2.000 ⁷⁾ | - | LAWA 2016 / - | | | |
| Dibenz(a,h)-anthracen | 53-70-3 | 0,01 | - | 0,01 ⁷⁾ | 0,05 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ | | | |
| Benzo(a)pyren | 50-32-8 | 0,01 | 0,022 | 0,01 ⁵⁾ | 0,05 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ | | | |
| Fluoranthen | 206-44-0 | 0,1 | 0,1 | 140 ⁷⁾ | 1.400 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ | | | |
| Naphthalin | 91-20-3 | $\Sigma 2$ | $\Sigma 2$ | $\Sigma 2^{7)}$ | $\Sigma 20$ | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ | | | |
| Methyl-naphthaline | 90-12-0, 91-57-6 | | | | | | | | |
| Polychlorierte Biphenyle (PCB) | | | | | | | | | |
| Polychlorierte Biphenyle (PCB), gesamt | 1336-36-3 | 0,01 | 0,01 | 0,005 | 0,025 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ | | | |
| PCB 28 | 7012-37-5 | 0,0005 | 0,0005 | - | - | LAWA 2016 / - | | | |
| PCB 52 | 35693-99-3 | 0,0005 | 0,0005 | - | - | LAWA 2016 / - | | | |
| PCB 101 | 37680-73-2 | 0,0005 | 0,0005 | - | - | LAWA 2016 / - | | | |

| Stoff | CAS-Nr. | GFS-Wert | GFS | | D-Wert (GFS _g ^{7*} DF) | Quelle |
|---|------------|----------|---|--|---|----------------------------------|
| | | | ökotoxi-kolo-gisch (GFS _ö) | gesundheitlich/sensorisch (GFS _g) | | |
| PCB 118 | 31508-00-6 | 0,0005 | 0,0005 | - | - | LAWA 2016 / - |
| PCB 138 | 35065-28-2 | 0,0005 | 0,0005 | - | - | LAWA 2016 / - |
| PCB 153 | 35065-27-1 | 0,0005 | 0,0005 | - | - | LAWA 2016 / - |
| PCB 180 | 28655-71-2 | 0,0005 | 0,0005 | - | - | LAWA 2016 / - |
| Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) | | | | | | |
| Perfluorbutansäure, PFBA | 375-22-4 | 10 | 1.260 | 10 | 100 | LAWA 2017 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Perfluorpentansäure, PFPeA | 2706-90-3 | - | 320 | (GOW: ⁸⁾ 3,0) | 30 | LAWA 2017 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Perfluorhexansäure, PFHxA | 307-24-4 | 6 | 1.000 | 6 | 60 | LAWA 2017 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Perfluorheptansäure, PFHpA | 375-85-9 | - | - | (GOW: ⁸⁾ 0,3) | 3 | LAWA 2017 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Perfluoroctansäure, PFOA | 335-67-1 | 0,1 | 570 | 0,1 | 0,5 | LAWA 2017 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Perfluoronansäure, PFNA | 375-95-1 | 0,06 | 8 | 0,06 | 0,6 | LAWA 2017 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Perfluordecansäure, PFDA | 335-76-2 | - | 10 | (GOW: ⁸⁾ 0,1) | 1 | LAWA 2017 / LFULG ¹⁷⁾ |
| Perfluorbutansulfonsäure, PFBS | 375-73-5 | 6 | 3.700 | 6 | 60 | LAWA 2017 / LFULG ¹⁷⁾ |

| Stoff | CAS-Nr. | GFS-Wert | GFS | | D-Wert (GFS _g ^{7*} DF) | Quelle |
|--|---|----------|---|--|---|---------------------------------|
| | | | ökotoxi-kolo-gisch (GFS _ö) | gesundheitlich/sensorisch (GFS _g) | | |
| Perfluorhexansulfonsäure, PFHxS | 355-46-4 | 0,1 | 250 | 0,1 | 1 | LAWA 2017 / LFULG ¹⁷ |
| Perfluorheptansulfonsäure, PFHpS | 375-92-8 | - | - | (GOW: ⁸⁾ 0,3) | 3 | LAWA 2017 / LFULG ¹⁷ |
| Perfluoroctansulfonsäure, PFOS | 1763-23-1 | 0,1 | 0,23 | 0,1 | 0,5 | LAWA 2017 / LFULG ¹⁷ |
| 6:2-Fluortelomersulfonsäure, H4PFOS | 27619-97-2 | - | 870 | (GOW: ⁸⁾ 0,1) | 1 | LAWA 2017 / LFULG ¹⁷ |
| Perfluoroctansulfonamid, PFOSA | 754-91-6 | - | - | (GOW: ⁸⁾ 0,1) | 1 | LAWA 2017 / LFULG ¹⁷ |
| Phenole | | | | | | |
| Phenol | 108-95-2 | 8 | 7,7 | 210 ⁷⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Nonylphenol (4-Nonylphenol, verzweigt und Nonylphenol-Iso-mere) | 25154-52-3 (Isomeren-misch) 104-40-5 (4-Nonylphenol) 84852-15-3 (4-Nonylphenol, verzweigt) | 0,3 | 0,3 | 50 ⁷⁾ | 500 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |

| Stoff | CAS-Nr. | GFS-Wert | GFS | | D-Wert (GFS _g ^{7*} DF) | Quelle |
|---|--|----------|--|--|---|---------------------------------|
| | | | ökotoxi-kologisch (GFS _ö) | gesundheitlich/sensorisch (GFS _g) | | |
| Chlorphenoole, gesamt | | 1 | 1 - 10 | 1 ⁷⁾ | 5 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| Pentachlorphenol | 87-86-5 | 0,1 | 0,4 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Pflanzenschutzmittel | | | | | | |
| PSMBP, gesamt | | 0,5 | 0,5 | 0,5 ⁵⁾ | 5 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| PSMBP, Einzelstoff | | je 0,1 | je 0,1 | je 0,1 ⁵⁾ | je 1 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| Cyclodien-Pestizide, gesamt (Aldrin, Dieldrin, Endrin und Isodrin) | 309-00-2 60-57-1 72-20-8 465-73-6 | 0,01 | 0,01 | je 0,03 ⁵⁾ (Aldrin, Dieldrin) | - | LAWA 2016 / - |
| Azinphos-methyl | 86-50-0 | 0,01 | 0,01 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Chlordan | 57-74-9 | 0,003 | 0,003 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Dichlorvos | 62-73-7 | 0,0006 | 0,0006 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Disulfoton | 298-04-4 | 0,004 | 0,004 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Diuron | 330-54-1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Endosulfan | 115-29-7 | 0,005 | 0,005 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Etrimfos | 38260-54-7 | 0,004 | 0,004 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Fenitrothion | 122-14-5 | 0,009 | 0,009 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Fenthion | 55-38-9 | 0,004 | 0,004 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Heptachlor | 76-44-8 | 0,03 | 0,1 | 0,03 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Heptachlor-epoxid | 1024-57-3 | 0,03 | 0,1 | 0,03 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |

| Stoff | CAS-Nr. | GFS-Wert | GFS | | D-Wert (GFS _g ^{7*} DF) | Quelle |
|---|------------|----------|---|--|---|---------------------------------|
| | | | ökotoxi-kolo-gisch (GFS _ö) | gesundheitlich/sensorisch (GFS _g) | | |
| Hexazinon | 51235-04-2 | 0,07 | 0,07 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Malathion | 121-75-5 | 0,02 | 0,02 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Mevinphos | 7786-34-7 | 0,0002 | 0,0002 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Parathion-ethyl | 56-38-2 | 0,005 | 0,005 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Parathion-methyl | 298-00-0 | 0,02 | 0,02 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Phoxim | 14816-18-3 | 0,008 | 0,008 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Triazophos | 24017-47-8 | 0,03 | 0,03 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Trichlorfon | 52-68-6 | 0,002 | 0,002 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Trifluralin | 1582-09-8 | 0,03 | 0,03 | 0,1 ⁵⁾ | - | LAWA 2016 / - |
| Phthalate | | | | | | |
| Butylbenzyl-phthalat BBP | 85-68-7 | - | - | 700 | 7.000 | UGM 1998 / UGM 1998 |
| Dibutylphthalat DBP | 84-74-2 | - | - | 2.100 | 21.000 | UGM 1998 / UGM 1998 |
| Diethylhexylphthalat DEHP | 117-81-7 | - | - | 2,5 | 15 | UGM 1998 / UGM 1998 |
| Diethylphthalat DEP | 84-66-2 | - | - | 2.500 | 25.000 | UGM 1998 / UGM 1998 |
| sonstige | | | | | | |
| Epichlorhydrin | 106-89-9 | 0,1 | 10 | 0,1 ⁵⁾ | 0,5 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| Sprengstofftypische Verbindungen | | | | | | |
| Nitropenta(PETN) | 78-11-5 | 10 | - | 10 ⁷⁾ | 100 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| 2-Nitrotoluol | 88-72-2 | 1 | 10 | 1 ⁷⁾ | 5 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |

| Stoff | CAS-Nr. | GFS-Wert | GFS | | D-Wert (GFS _g ^{7*} DF) | Quelle |
|------------------------------------|------------|----------|---|--|---|---------------------------------|
| | | | ökotoxi-kolo-gisch (GFS _ö) | gesundheitlich/sensorisch (GFS _g) | | |
| 3-Nitrotoluol | 99-08-1 | 10 | 50 | 10 ⁷⁾ | 100 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| 4-Nitrotoluol | 99-99-0 | 3 | 32 | 3 ⁷⁾ | 30 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| 2-Amino-4,6-Dinitrotoluol | 35572-78-2 | 0,2 | 1,1 | 0,2 ⁷⁾ | 2 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| 4-Amino-2,6-Dinitrotoluol | 19406-51-0 | 0,2 | 1,8 | 0,2 ⁷⁾ | 2 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| 2,4-Dinitrotoluol | 121-14-2 | 0,05 | 2 | 0,05 ⁷⁾ | 0,25 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| 2,6-Dinitrotoluol | 606-20-2 | 0,05 | 1,6 | 0,05 ⁷⁾ | 0,25 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| 2,4,6-Trinitrotoluol | 118-96-7 | 0,2 | 2 | 0,2 ⁷⁾ | 1 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| Hexogen | 121-82-4 | 1 | 50 | 1 ⁷⁾ | 5 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| 2,4,6-Trinitrophenol (Pikrinsäure) | 88-89-1 | 0,2 | 6 | 0,2 ⁷⁾ | 2 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| Nitrobenzol | 98-95-3 | 0,1 | 0,1 | 0,7 ⁷⁾ | 7 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| 1,3,5-Trinitrobenzol | 99-35-4 | 8 | 8 | 100 ⁷⁾ | 1.000 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| 1,3-Dinitrobenzol | 99-65-0 | 0,3 | 10 | 0,3 ⁷⁾ | 3 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| Hexanitrodiphenylamin (Hexyl) | 131-73-7 | 2 | - | 2 ⁷⁾ | 10 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| Tetryl | 479-45-8 | 5 | - | 5 ⁷⁾ | 50 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |
| Octogen | 2691-41-0 | 175 | - | 175 ⁷⁾ | 1.750 | LAWA 2016 / LFULG ¹⁷ |

| Stoff | CAS-Nr. | GFS-Wert | GFS | | D-Wert (GFS _g ^{7*} DF) | Quelle |
|------------------------------------|------------|----------|--|--|---|---------------------------------|
| | | | ökotoxi-kologisch (GFS _ö) | gesundheitlich/sensorisch (GFS _g) | | |
| Zinnorganische Verbindungen | | | | | | |
| Dibutylzinn-Kation | 14488-53-0 | 0,01 | 0,01 | 0,1 | 1 | LAWA 2016 / LfULG ¹⁷ |
| Tri-butylzinn-Kation | 36643-28-4 | 0,0002 | 0,0002 | 0,1 | 1 | LAWA 2016 / LfULG ¹⁷ |
| Triphe-nylzinn-Kation | 688-28-4 | 0,0005 | 0,0005 | 0,1 | 1 | LAWA 2016 / LfULG ¹⁷ |

- ¹⁾ Durch das LfULG abgeleiteter Wert entsprechend den Ableitungsmaßstäben der LAWA für GFS; aktuell angepasst von 4 µg/l auf 3 µg/l durch formal geändertes Ableitungsverfahren der LAWA (ohne added-risk-approach)
- ²⁾ PAK₁₅: Summe PAK ohne Naphthalin und Methylnaphthaline
- ³⁾ Summe leichtflüchtiger Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW): Summe der halogenierten C1- und C2-Kohlenwasserstoffe, einschließlich Trihalogenmethane.
- ⁴⁾ mit kurzen Seitenketten bis C₃
- ⁵⁾ entspricht dem Wert der TrinkwV 2023
- ⁶⁾ ökotoxikologische Kriterien gelten auch für 1,1-Dichlorethan; 1,2-Dichlorethan; 1,1-Dichlorethen; 1,2-Dichlorehthen; Hexachlorethan; 1,1,2,2-Tetrachlorethan; 1,1,1-Trichlorethan; 1,1,2-Trichlorethan
- ⁷⁾ analog TrinkwV [LAWA 2016]
- ⁸⁾ Bei Stoffen, für die keine ausreichenden Daten für eine humantoxikologische Bewertung vorliegen, wurde entsprechend der Vorgehensweise bei der GFS-Ableitung von NSO-Heterozyklen [FoBIG 2018] hilfsweise zur Absicherung des Schutzgutes „Trinkwasser-Resource“ das vom UBA für die Bewertung entwickelte GOW-Konzept angewendet [DIETER 2003, UBA 2003].
- ⁹⁾ Verwendung der nach LAWA 2016 ausgewiesenen gesundheitlich / sensorisch begründeten GFS als D-Werte, um einen Widerspruch mit den Werten nach BBodSchV (Anlage 2, Tabelle 2) zu vermeiden (siehe auch Fußnote ¹¹).
- ¹⁰⁾ Σ Trihalomethane → zu den spezifischen Verbindungen gehören Trichlormethan (=Chloroform), Bromdichlormethan, Dibromchlormethan und Tribrommethan (=Bromoform)
- ¹¹⁾ Verwendung von an BBodSchV angepassten Werte, weil die nach LAWA 2016 ausgewiesenen gesundheitlich/sensorisch begründeten GFS zu Widersprüchen mit Prüfwerten nach Anlage 2, Tabelle 2 BBodSchV führen

- ¹²⁾ Hinreichend belegt und quantitativ bewertet (Unit risk) ist die kanzerogene Wirkung bei inhalativer Aufnahme. Hinweise auf krebserzeugende Wirkungen bei der für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser (-Mensch) relevanten oralen Aufnahme liegen vor, für eine quantitative Bewertung ist die Datenlage nicht ausreichend.
- ¹³⁾ Der Wert bezieht sich nach LAWA 2016 auf Cr_{gesamt} (siehe Datenblatt Chrom). Der Grenzwert in der TrinkwV 2023 beträgt 25 µg/L und gilt bis zum Ablauf des 11. Januar 2030 (ab dem 12. Januar 2030 gilt ein Grenzwert von 5 µg/L).
- ^{13a)} Der Wert bezieht sich nach LAWA 2016 auf Cr_{VI} (siehe Datenblatt Chrom).
- ¹⁴⁾ Wert ergibt sich aus 20 µg/l (10 Σ Tri- und Tetrachlorethen + 10 Σ aller anderen LHKW)
- ¹⁵⁾ Basis TTC (Threshold of Toxicological Concern)
- ¹⁶⁾ Der Grenzwert in der TrinkwV 2023 beträgt 10 µg/L und gilt bis zum Ablauf des 11. Januar 2028. Er gilt als überschritten, wenn bei einer gestaffelten Stagnationsbeprobung der Messwert einer der drei Proben S0, S1 oder S2 oder bei der Zufallsstichprobe der Messwert über dem Grenzwert liegt.
- ¹⁷⁾ siehe Kapitel 2.2.3 vorliegendes Material
- ¹⁸⁾ Der Grenzwert in der TrinkwV 2023 gilt bis zum Ablauf des 11. Januar 2028. Für Wasserversorgungsanlagen, die vor dem 12. Januar 2028 in Betrieb genommen worden sind, gilt der Grenzwert bis zum Ablauf des 11. Januar 2036. Ab dem 12. Januar 2028 gilt ein Grenzwert von 4 µg/L für Wasserversorgungsanlagen, die ab dem 12. Januar 2028 neu in Betrieb genommen werden, Ab dem 12. Januar 2036 gilt der Grenzwert von 4 µg/L für alle Wasserversorgungsanlagen.
- (V) vorläufiger Wert wegen unsicherer Datenlage

3.4 Wirkungspfad Boden – Oberflächenwasser

| | |
|-----------------------|--|
| Schutzgut: | Oberflächenwasser mit Aquatischer Lebensgemeinschaft: Alge, Daphnie, Fisch |
| <u>Kontaktmedium:</u> | Oberflächenwasser bzw. Schwebstoffe/ Sedimente nach Schadstoffeintrag im konkreten Ökosystem Grundwasser |
| <u>Parameter:</u> | <u>Schadstoffkonzentration:</u> – im Oberflächenwasser – in Schwebstoffen/ Sedimenten – im Grundwasser (bei grundwasserabhängigen Ökosystemen) |
| <u>Vorgehen:</u> | Anwendung der Umweltqualitätsnormen (UQN) (Tabelle 8) aus der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) zur Feststellung einer eventuellen Schadstoffkonzentration im Oberflächenwasser bzw. Schwebstoffen/Sedimenten. JD sind dabei Jahresdurchschnittswerte und ZHK zulässige Höchstkonzentrationen. Wenn UQN nicht vorhanden, Anwendung von Vorschlägen für UQN nach Tabelle 9. Anwendung der ökotoxikologisch begründeten GFS-Werte der LAWA (Tabelle 7) zur Ermittlung einer eventuellen Schadstoffkonzentration im Grundwasser und ggfs. zur Feststellung einer nachteiligen Oberflächengewässerbelastung infolge kontaminierten Grundwassers. Zur Berücksichtigung der Verdünnung bei einer kleinräumigen Gewässerbelastung ist ein Faktor von 10 zulässig, siehe BBodSchV – Begründung 2023. (Anwendung von Dringlichkeitswerten im Rahmen der DU zur Feststellung einer schädlichen Gewässerbelastung analog Tabelle 7 Grundwasser möglich). |
| Schutzgut: | Mensch |
| <u>Kontaktmedium:</u> | Oberflächenwasser an der Stelle seiner Nutzung |
| <u>Parameter:</u> | Schadstoffkonzentration im Oberflächenwasser |
| <u>Vorgehen:</u> | Anwendung der Werte der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) für die Feststellung einer nachteiligen Gewässerbelastung (auch in Korrespondenz mit dem Grundwasser). (Berücksichtigung von Dringlichkeitswerten im Rahmen der Feststellung einer schädlichen Gewässerbelastung in der DU) |

Für die Bewertung des Oberflächenwassers als Badegewässer gilt die EU-Richtlinie 2006/7/EG über die Qualität der Badegewässer, konkrete Vorgaben für chemische Parameter sind hier jedoch nicht enthalten.

In jedem Fall ist eine Einzelfallprüfung durchzuführen unter Beachtung der natürlichen bzw. siedlungsbedingt erhöhten Schadstoffkonzentrationen (Hintergrundwerte).

| Bewertungskriterien | Ableitung | Aussage |
|---|--|--|
| JD-UQN / ZHK-UQN (Tabelle 8) | <ul style="list-style-type: none"> • <u>flussgebietsspezifische Schadstoffe:</u> nach OGEGV 2016, geänd. 12/2020, Anlage 6 • <u>Stoffe des chemischen Zustands</u> (prioritäre Stoffe sowie weitere Schadstoffe und Nitrat), nach OGEGV 2016, geänd. 12/2020, Anlage 8 | <ul style="list-style-type: none"> • bei <u>Überschreitung der UQN:</u> → Bestätigung einer nachteiligen Veränderung des Oberflächenwasserkörpers → ggf. Berücksichtigung einer Verdünnung durch Faktor von 10 → weitere Sachverhaltsermittlung und Prüfschritte erforderlich |
| UQN-Vorschläge für ausgewählte Stoffe (Tabelle 9) | <ul style="list-style-type: none"> • nach UBA-TEXTE 47/2015 Auswahl von 20 Stoffen aus Listen des UBA, für die bereits UQN-Vorschläge vorliegen, eine gesetzliche Regelung jedoch noch aussteht | <ul style="list-style-type: none"> • bei <u>Unterschreitung der UQN:</u> → Ausschluss eines Gefahrenverdachtes |

**Tabelle 8: Wirkungspfad Oberflächenwasser – Aquatische Lebensgemeinschaft
Umweltqualitätsnormen (JD / ZHK) für Oberflächenwasser²⁾
- Wasser in µg/L, Schwebstoffe³⁾ oder Sedimente³⁾ in mg/kg**

| Stoff | CAS-Nr. | JD-UQN | | ZHK-UQN | Quelle |
|---|----------------|--|--|---|-------------------------|
| | | Wasser | Schweb- stoff oder Sediment | Wasser | OGewV Anlage |
| Metalle und Elemente | | | | | |
| Arsen ⁹⁾ | 7440-38-2 | - | 40 | - | 6 |
| Blei und Bleiverbin- dungen | 7439-92-1 | 1,2 ⁶⁾ | - | 14 | 8 |
| Cadmium und Cadmiumverbindun- gen (je nach Wasser- härtekasse) ⁷⁾ | 7440-43-9 | ≤0,08 (Klasse 1) 0,08 (Klasse 2) 0,09 (Klasse 3) 0,15 (Klasse 4) 0,25 (Klasse 5) | - | ≤0,45 (Klasse 1) 0,45 (Klasse 2) 0,6 (Klasse 3) 0,9 (Klasse 4) 1,5 (Klasse 5) | 8 |
| Chrom | 7440-47-3 | - | 640 | - | 6 |
| Cyanid | 57-12-5 | 10 | - | - | 6 |
| Kupfer | 7440-50-8 | - | 160 | - | 6 |
| Nickel und Nickelver- bindungen | 7440-02-0 | 4 ⁶⁾ | - | 34 | 8 |
| Quecksilber und Quecksilberverbin- dungen | 7439-97-6 | - | - | 0,07 | 8 |
| Selen | 7782-49-2 | 3 ⁴⁾ | - | - | 6 |
| Silber | 7440-22-4 | 0,02 ⁴⁾ | - | - | 6 |
| Thallium | 7440-28-0 | 0,2 ⁴⁾ | - | - | 6 |
| Zink | 7440-66-6 | - | 800 | - | 6 |
| Nitrat | | 50 x 10 ³ | - | - | 8 |

| Stoff | CAS-Nr. | JD-UQN | | ZHK-UQN | Quelle |
|--|---------------------|-----------|----------------------------|------------------|--------------|
| | | Wasser | Schweb-stoff oder Sediment | Wasser | OGewV Anlage |
| Industriechemikalien | | | | | |
| 1,2-Dichlorethan | 107-06-2 | 10 | - | nicht anwend-bar | 8 |
| 1-Chlor-2-nitrobenzol | 88-73-3 | 10 | - | - | 6 |
| 1-Chlor-4-nitroben-zol ⁹⁾ | 100-00-5 | 30 | - | - | 6 |
| Aclinofen ⁹⁾ | 74070-46-5 | 0,12 | - | 0,12 | 8 |
| Anilin | 62-53-3 | 0,8 | - | - | 6 |
| Benzol | 71-43-2 | 10 | - | 50 | 8 |
| bromierte Diphenylether ⁵⁾ | | - | - | 0,14 | 8 |
| Chloralkane, C10-C13 | 85535-84-8 | 0,4 | - | 1,4 | 8 |
| Chlorbenzol | 108-90-7 | 1 | - | - | 6 |
| Chloressigsäure ⁹⁾ | 79-11-8 | 0,6 | - | 8 | 6 |
| Cybutryn ⁹⁾ | 28159-98-0 | 0,0025 | - | 0,016 | 8 |
| Cypermethrin ⁹⁾ | 52315-07-8 | 0,00008 | - | 0,0006 | 8 |
| Dichlormethan | 75-09-2 | 20 | - | nicht anwend-bar | 8 |
| Dicofol ⁹⁾ | 115-32-2 | 0,0013 | - | nicht anwend-bar | 8 |
| Bis(2-ethyl-hexyl)-phthalat (DEHP) ⁵⁾ | 117-81-7 | 1,3 | - | nicht anwend-bar | 8 |
| Heptachlor und Heptachlorepoxyd ⁹⁾ | 76-44-8 / 1024-57-3 | 0,0000002 | - | 0,0003 | 8 |
| Hexabromcyclododecan (HBCDD) ⁹⁾ | | 0,0016 | - | 0,5 | 8 |
| Hexachlorbenzol ⁵⁾ | 118-74-1 | - | - | 0,05 | 8 |

| Stoff | CAS-Nr. | JD-UQN | | ZHK-UQN | Quelle |
|---|------------|----------------------|----------------------------|------------------|--------------|
| | | Wasser | Schweb-stoff oder Sediment | Wasser | OGewV Anlage |
| Hexachlorbutadien | 87-68-3 | - | - | 0,6 | 8 |
| Nitrobenzol | 98-95-3 | 0,1 | - | - | 6 |
| Nonylphenol (4-Nonylphenol) | 84852-15-3 | 0,3 | - | 2 | 8 |
| Octylphenol | 140-66-9 | 0,1 | - | nicht anwend-bar | 8 |
| PCB 28 | 7012-37-5 | 0,0005 ¹⁾ | 0,02 | - | 6 |
| PCB 52 | 35693-99-3 | 0,0005 ¹⁾ | 0,02 | - | 6 |
| PCB 101 | 37680-73-2 | 0,0005 ¹⁾ | 0,02 | - | 6 |
| PCB 138 | 35065-28-2 | 0,0005 ¹⁾ | 0,02 | - | 6 |
| PCB 153 | 35065-27-1 | 0,0005 ¹⁾ | 0,02 | - | 6 |
| PCB 180 | 28655-71-2 | 0,0005 ¹⁾ | 0,02 | - | 6 |
| Perfluoroktansulfansäure und ihre Derivate (PFOS) ⁹⁾ | 1763-23-1 | 0,00065 | - | 36 | 8 |
| Pentachlorbenzol ⁵⁾ | 608-93-5 | 0,007 | - | nicht anwend-bar | 8 |
| Pentachlorphenol | 87-86-5 | 0,4 | - | 1 | 8 |
| Tetrachlorethen (PER) | 127-18-4 | 10 | - | nicht anwend-bar | 8 |
| Trichlorethen (TRI) | 79-01-6 | 10 | - | nicht anwend-bar | 8 |
| Tetrachlormethan (Tetra) | 56-23-5 | 12 | - | nicht anwend-bar | 8 |
| Trichlorbenzole | 12002-48-1 | 0,4 | - | nicht anwend-bar | 8 |
| Trichlormethan | 67-66-3 | 2,5 | - | nicht anwend-bar | 8 |

| Stoff | CAS-Nr. | JD-UQN | | ZHK-UQN | Quelle |
|---|------------|---------|----------------------------|------------------|--------------|
| | | Wasser | Schweb-stoff oder Sediment | Wasser | OGewV Anlage |
| Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) | | | | | |
| Naphthalin | 91-20-3 | 2 | - | 130 | 8 |
| Phenanthren | 85-01-8 | 0,5 | - | - | 6 |
| Anthracen | 120-12-7 | 0,1 | - | 0,1 | 8 |
| Fluoranthen | 206-44-0 | 0,0063 | - | 0,12 | 8 |
| Benzo(a)pyren ⁵⁾ | 50-32-8 | 0,00017 | - | 0,27 | 8 |
| Benzo(b)fluor-anthen ⁵⁾ | 205-99-2 | 8) | - | 0,017 | 8 |
| Benzo(k)fluor-anthen ⁵⁾ | 207-08-9 | | - | 0,017 | 8 |
| Benzo(ghi)perlylen ⁵⁾ | 191-24-2 | | - | 0,0082 | 8 |
| Indeno(1,2,3-cd)-perlylen ⁵⁾ | 193-39-5 | | - | nicht anwend-bar | 8 |
| Pflanzenschutzmittel, Einzelsubstanzen | | | | | |
| Alachlor | 15972-60-8 | 0,3 | - | 0,7 | 8 |
| Ametryn | 834-12-8 | 0,5 | - | - | 6 |
| Atrazin | 1912-24-9 | 0,6 | - | 2 | 8 |
| Azinphosethyl | 2642-71-9 | 0,01 | - | - | 6 |
| Azinphosmethyl | 86-50-0 | 0,01 | - | - | 6 |
| Bentazon | 25057-89-0 | 0,1 | - | - | 6 |
| Bifenox ⁹⁾ | 42576-02-3 | 0,012 | - | 0,04 | 8 |
| Bromacil | 314-40-9 | 0,6 | - | - | 6 |
| Bromoxynil | 1689-84-5 | 0,5 | - | - | 6 |
| Carbendazim ⁹⁾ | 10605-21-7 | 0,2 | - | 0,7 | 6 |
| Chlorfenvinphos | 470-90-6 | 0,1 | - | 0,3 | 8 |

| Stoff | CAS-Nr. | JD-UQN | | ZHK-UQN | Quelle |
|--|-----------------|-----------------|----------------------------|-----------------|--------------|
| | | Wasser | Schweb-stoff oder Sediment | Wasser | OGewV Anlage |
| Chlorpyrifos (Chlorpyrifos-Ethyl) | 2921-88-2 | 0,03 | - | 0,1 | 8 |
| Chlortoluron | 15545-48-9 | 0,4 | - | - | 6 |
| <u>Cyclodien Pestizide</u> | | | | | |
| - Aldrin | 309-00-2 | $\Sigma = 0,01$ | - | nicht anwendbar | 8 |
| - Dieldrin | 60-57-1 | | | | |
| - Endrin | 72-20-8 | | | | |
| - Isodrin | 465-73-6 | | | | |
| 2,4-D ⁹⁾ | 94-75-7 | 0,2 | - | 1 | 6 |
| DDT insgesamt ⁵⁾ | nicht anwendbar | 0,025 | - | nicht anwendbar | 8 |
| 4,4-DDT ⁵⁾ | 50-29-3 | 0,01 | - | nicht anwendbar | 8 |
| Dioxine und dioxin-ähnliche Verbindungen ⁹⁾ | | - | - | nicht anwendbar | 8 |
| Diazinon | 333-41-5 | 0,01 | - | - | 6 |
| Dichlorprop | 120-36-5 | 0,1 | - | - | 6 |
| Dichlorvos ⁹⁾ | 62-73-7 | 0,0006 | - | 0,0007 | 8 |
| Diflufenican | 83164-33-4 | 0,009 | - | - | 6 |
| Dimethoat ⁹⁾ | 60-51-5 | 0,07 | - | 1 | 6 |
| Dimoxystrobin ⁹⁾ | 149961-52-4 | 0,03 | - | 2 | 6 |
| Diuron | 330-54-1 | 0,2 | - | 1,8 | 8 |
| Endosulfan | 115-29-7 | 0,005 | - | 0,01 | 8 |
| Epoxiconazol | 133855-98-8 | 0,2 | - | - | 6 |
| Etrimphos | 38260-54-7 | 0,004 | - | - | 6 |
| Fenitrothion | 122-14-5 | 0,009 | - | - | 6 |
| Fenthion | 55-38-9 | 0,004 | - | - | 6 |
| Fenpropimorph ⁹⁾ | 67564-91-4 | 0,02 | - | 20 | 6 |

| Stoff | CAS-Nr. | JD-UQN | | ZHK-UQN | Quelle |
|----------------------------|-------------|--------|----------------------------|---------|--------------|
| | | Wasser | Schweb-stoff oder Sediment | Wasser | OGewV Anlage |
| Flufenacet ⁹⁾ | 142459-58-3 | 0,04 | - | 0,2 | 6 |
| Flurtamone ⁹⁾ | 96525-23-4 | 0,2 | - | 1 | 6 |
| Hexachlorcyclohexan | 608-73-1 | 0,02 | - | 0,04 | 8 |
| Hexazinon | 51235-04-2 | 0,07 | - | - | 6 |
| Imidacloprid ⁹⁾ | 105827-78-9 | 0,002 | - | 0,1 | 6 |
| Isoproturon | 34123-59-6 | 0,3 | - | 1 | 8 |
| Linuron | 330-55-2 | 0,1 | - | - | 6 |
| Malathion | 121-75-5 | 0,02 | - | - | 6 |
| Mecoprop | 7085-19-0 | 0,1 | - | - | 6 |
| Metazachlor | 67129-08-2 | 0,4 | - | - | 6 |
| Methabenzthiazuron | 18691-97-9 | 2 | - | - | 6 |
| MCPA ⁹⁾ | 94-74-6 | 2 | - | - | 6 |
| Metolachlor | 51218-45-2 | 0,2 | - | - | 6 |
| Metribuzin | 21087-64-9 | 0,2 | - | - | 6 |
| Monolinuron ⁹⁾ | 1746-81-2 | 0,2 | - | 20 | 6 |
| Nicosulfuron ⁹⁾ | 111991-09-4 | 0,009 | - | 0,09 | 6 |
| Omethoat ⁹⁾ | 1113-02-6 | 0,004 | - | 2 | 6 |
| Parathion-ethyl | 56-38-2 | 0,005 | - | - | 6 |
| Parathion-methyl | 298-00-0 | 0,02 | - | - | 6 |
| Phoxim | 14816-18-3 | 0,008 | - | - | 6 |
| Picolinafen | 137641-05-5 | 0,007 | - | - | 6 |
| Pirimicarb | 23103-98-2 | 0,09 | - | - | 6 |
| Prometryn | 7287-19-6 | 0,5 | - | - | 6 |
| Propiconazol | 60207-90-1 | 1 | - | - | 6 |

| Stoff | CAS-Nr. | JD-UQN | | ZHK-UQN | Quelle |
|--|----------------|----------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|
| | | Wasser | Schwebstoff oder Sediment | Wasser | OGewV Anlage |
| Pyrazon (Chlorida-zon) | 1698-60-8 | 0,1 | - | - | 6 |
| Quinoxyfen ⁹⁾ | 124495-18-7 | 0,15 | - | 2,7 | 8 |
| Simazin | 122-34-9 | 1 | - | 4 | 8 |
| Sulcotrion ⁹⁾ | 99105-77-8 | 0,1 | - | 5 | 6 |
| Terbutryny ⁹⁾ | 886-50-0 | 0,065 | - | 0,34 | 8 |
| Terbutylazin | 5915-41-3 | 0,5 | - | - | 6 |
| Tributylzin-Verbindungen (Tributylzinn-Kation) ⁵⁾ | 36643-28-4 | 0,0002 | - | 0,0015 | 8 |
| Triclosan ⁹⁾ | 3380-34-5 | 0,02 | - | 0,2 | 6 |
| Trifluralin | 1582-09-8 | 0,03 | - | nicht anwendbar | 8 |
| Triphenylzinn-Kation | 668-34-8 | 0,0005 ¹⁾ | 0,02 | - | 6 |

¹⁾ Nur soweit die Erhebung von Schwebstoff- oder Sedimentdaten nicht möglich ist.

²⁾ Umweltqualitätsnormen für Wasser sind, wenn nicht ausdrücklich anders bestimmt, als Gesamtkonzentrationen in der gesamten Wasserprobe ausgedrückt.

³⁾ Werden Schwebstoffe mittels Durchlaufzentrifuge entnommen, beziehen sich die Umweltqualitätsnormen auf die Gesamtprobe.

Werden Sedimente und Schwebstoffe mittels Absetzbecken oder Sammelkästen entnommen, beziehen sich die Umweltqualitätsnormen:

- bei Metallen auf die Fraktion kleiner als 63 µm

- bei organischen Stoffen auf die Fraktion kleiner als 2 mm. Die Befunde von Sedimentproben können hinsichtlich der organischen Stoffe nur dann zur Bewertung herangezogen werden, wenn die Sedimentproben einen Feinkornanteil kleiner als 63 µm von größer als 50 % aufweisen.

Im Übrigen beziehen sich Umweltqualitätsnormen für Schwebstoffe und Sedimente auf die Trockensubstanz.

⁴⁾ Die Umweltqualitätsnorm bezieht sich auf die gelöste Konzentration, d. h. die gelöste Phase einer Wasserprobe, die durch Filtration durch einen 0,45 µm-Filter oder eine gleichwertige Vorbehandlung gewonnen wird.

- ⁵⁾ Der Gesamtgehalt kann auch aus Messungen des am Schwebstoff adsorbierten Anteils ermittelt werden. Der Gesamtgehalt bezieht sich in diesem Fall
- bei Entnahme mittels Durchlaufzentrifuge auf die Gesamtprobe;
 - bei Entnahme mittels Absetzbecken oder Sammelkästen auf die Fraktion kleiner 2 mm. Hierbei ist über den Sammelzeitraum ein repräsentativer Schwebstoffgehalt zu ermitteln.
- ⁶⁾ Diese UQN bezieht sich auf bioverfügbare Konzentrationen.
- ⁷⁾ Bei Cadmium und Cadmiumverbindungen hängt die Umweltqualitätsnorm von der Wasserhärte ab, die in fünf Klassenkategorien abgebildet wird (Klasse 1: < 40 mg CaCO₃/l; Klasse 2: 40 bis < 50 mg CaCO₃/l; Klasse 3: 50 bis < 100 mg CaCO₃/l; Klasse 4: 100 bis < 200 mg CaCO₃/l und Klasse 5: ≥ 200 mg CaCO₃/l). Zur Beurteilung der Jahresschnittskonzentration an Cadmium und Cadmiumverbindungen wird die Umweltqualitätsnorm der Härtekategorie verwendet, die sich aus dem fünfzigsten Perzentil der parallel zu den Cadmiumkonzentrationen ermittelten CaCO₃-Konzentrationen ergibt.
- ⁸⁾ Bei der Gruppe der polzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe beziehen sich die Biota-UQN und die entsprechende JD-UQN in Wasser auf die Konzentration von Benzo(a)pyren, auf dessen Toxizität diese beruhen. Benzo(a)pyren kann als Marker für die anderen PAK betrachtet werden; daher ist nur Benzo(a)pyren zum Vergleich der Biota-UQN und der entsprechenden JD-UQN in Wasser zu überwachen.
- ⁹⁾ Einhaltung der UQN bis spätestens 22.12.2027 (neue oder überarbeitete UQN)

Tabelle 9: Vorschläge für UQN für ausgewählte Stoffe mit maximaler Konzentration (MAC) und Jahresschnitt (AA) - in µg/l

| Stoffname | CAS-Nr. | AA-QS | MAC-QS | Quelle |
|------------------------------|------------|-------|--------|----------|
| Arzneimittelwirkstoff | | | | |
| Bezafibrat | 41859-67-0 | 2,3 | 762 | UBA 2015 |
| Carbamazepin | 298-46-4 | 0,5 | 1.990 | UBA 2015 |
| Erythromycin | 114-07-8 | 0,2 | 2,0 | UBA 2015 |
| Metoprolol | 37350-58-6 | 43 | 180 | UBA 2015 |
| Sulfamethoxazol | 723-46-6 | 0,6 | 2,7 | UBA 2015 |
| Industriechemikalien | | | | |
| Dibutylzinn-Kation | 14488-53-0 | 0,2 | 3,0 | UBA 2015 |
| Epichlorhydrin | 106-89-8 | 11 | 1.060 | UBA 2015 |
| Tetrabutylzinn | 1461-25-2 | 0,14 | 0,34 | UBA 2015 |
| Phosphorsäuretriphenylester | 115-86-6 | 3,7 | 24 | UBA 2015 |
| Metalle und Elemente | | | | |
| Uran | 7440-61-1 | 0,44 | 3,4 | UBA 2015 |

3.5 Wirkungspfad Boden – Innenraumluft

Schutzbau: Mensch

Kontaktmedium: Luft an der Stelle der Inhalation durch den Menschen

Parameter: Konzentrationen flüchtiger Schadstoffe in Bodenfeststoff

Konzentrationen flüchtiger Schadstoffe in Bodenluft

Konzentrationen flüchtiger Schadstoffe in Innenraumluft

Konzentrationen flüchtiger Schadstoffe in Außenluft

Vorgehen: Bewertung Bodenfeststoff: Anwendung der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe - Bodenfeststoff (Wohngebäude, Industrie- und Gewerbegebäude).

Bewertung Bodenluft: Anwendung der orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe - Bodenluft (Wohngebäude)

Bewertung Innenraumluft Wohngebäude: Anwendung Grenzwert Tetrachlorethen siehe Kapitel 2.1.3.2, Richtwerte II bzw. risikobezogene Leitwerte sowie Gefahrenbezogene Innenraumluftkonzentrationen (C_a) im Sinne der Definitionen:

- Bei Tetrachlorethen (PER) Anwendung Grenzwert
- Bei anderen Parametern Anwendung RW II (gefährbezogene Werte)
- Wenn RW II nicht vorhanden bzw. größer als C_a , dann Anwendung des C_a -Wertes
- Zusatzinformation durch RW I (vorsorgeorientierte Werte)

Bewertung Innenraumluft bei Industrie- und Gewerbeflächen: Prüfung der Anpassung der Innenraumluftwerte für Wohngebäude an eine 8 Stunden Exposition bzw. Prüfung der hilfsweisen Verwendung von Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW) bzw. stoffspezifischer Toleranzkonzentrationen bei kanzerogenen Stoffen.

Bewertung von Außenluft (Ausnahmefall).

Bei sensibler Nutzung und unzureichender Verdünnung (z. B. Kinderspielplätze in Senken oder neben belasteten Gebäuden) stellen die Werte einen Anhaltspunkt im Sinne einer Besorgnis dar.

Bei der Untersuchung flüchtiger Stoffe an Bodenfeststoff bzw. Bodenluft ist eine qualifizierte, repräsentative Probennahme besonders wichtig. Das Bodenmaterial ist aus einem möglichen Kontaminationsbereich, in dem Übertritt von Bodenluft in Innenraumluft entsprechenden Tiefe (ggf. tiefer) zu entnehmen. Der obere Bodenmeter ist für eine Bewertung i.d.R. ungeeignet [LABO 2008].

In jedem Fall ist eine Einzelfallprüfung durchzuführen sowie die natürlich bzw. siedlungsbedingt erhöhten Schadstoffkonzentrationen (Hintergrundwerte) zu berücksichtigen.

| Bewertungskriterien | Ableitung | Aussage |
|--|---|---|
| Grenzwert Innenraumluft für Tetrachlotrethen (PER) (Tabelle 12) | • nach 2. BIMSCHV 1990 | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Überschreitung Grenzwert:</u> → Anwendung siehe Kap. 2.1.3.2, Prüfung von Maßnahmen • <u>Unterschreitung Grenzwert:</u> → führt insofern zum Ausschluss des Gefahrenverdachts |
| Grenzwert Außenluft für Benzol (Tabelle 12) | • nach 39. BIMSCHV 2010 | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Überschreitung Grenzwert:</u> → Ergreifen von Maßnahmen, die eine Benzolkonzentration in der Außenluft unterhalb des Grenzwertes sicherstellen • <u>Unterschreitung Grenzwert:</u> → führt insofern zum Ausschluss des Gefahrenverdachts |
| Gefahrenbezogene Innenraumluftwerte (C_a) (Tabelle 12) | • nach UBA 1999 | <ul style="list-style-type: none"> • Bei <u>Überschreitung C_a-Werte:</u> → Bestätigung eines dringenden Gefahrenverdachtes. Einbeziehung Gesundheitsamt. → in der Regel sind weitere Maßnahmen erforderlich (weitere Untersuchungen, Gefahrenabwehr) • Bei <u>Unterschreitung C_a-Werte:</u> → Ausschluss eines dringenden Gefahrenverdachtes |
| Richtwerte RW I und RW II bzw. risikobezogene Leitwerte für Innenraumluft (Tabelle 12) | <ul style="list-style-type: none"> • nach AIR 2025 • nach AIR 2015-2021 | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Bei Überschreitung RW II bzw. risikobezogener Leitwert:</u> → Bestätigung eines dringenden Gefahrenverdachtes. → unverzügliches Ergreifen von Maßnahmen → Einbeziehung des Gesundheitsamtes • <u>Bei Unterschreitung RW II bzw. risikobezogener Leitwert und Überschreitung RW I:</u> → über das übliche Maß hinausgehende (hygienisch) unerwünschte Belastung → Durchführung von Vorsorgemaßnahmen sowie Ergreifung von Maßnahmen zu Minimierung der Schadstoffkonzentration |

| Bewertungskriterien | Ableitung | Aussage |
|---|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Bei <u>Unterschreitung RW I:</u> Keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen erwartbar |
| Orientierende Hinweise Bodenfeststoff bzw. Bodenluft (Tabelle 10 bzw. Tabelle 11) | <ul style="list-style-type: none"> • nach LABO 2008 • nach LABO 2017 (MKW) • nach SEEGER 1999 (Summenparameter BTEX und LHKW) | <ul style="list-style-type: none"> • bei <u>Überschreitung:</u> → Anhaltspunkt für mögliche Ausbreitung flüchtiger Stoffe in bestehendes Gebäude → Untersuchung der Innenraumluft auf Gefahrenverdacht, kein Ersatz für Innenraumluftuntersuchungen → nicht für Ausräumung oder Bestätigung eines hinreichenden Altlastenverdachts geeignet • bei <u>Unterschreitung</u> → Gefahrenverdacht insofern nicht bestätigt. Aber kein eindeutiger Ausschluss des Gefahrenverdachts, ggf. Beachtung weiterer Aspekte |
| Außenluft (Tabelle 12) | <ul style="list-style-type: none"> • nach WHO 2000 • nach TA LUFT | <ul style="list-style-type: none"> • Bei <u>Überschreitung:</u> → Gefahrenverdacht im Sinne einer Besorgnis. → Begründung der Notwendigkeit einer einzelfallbezogenen Expositionsschätzung • Bei <u>Unterschreitung:</u> → Gefahrenverdacht ausgeräumt |

Tabelle 10: Wirkungspfad Boden – Innenraumluft
Orientierende Hinweise für flüchtige Schadstoffe am Bodenfeststoff
- in mg/kg

| Stoff | CAS-Nr. | Wohngebiete | Industrie- u. Gewerbegrundstücke | Quelle |
|---|-----------|--------------------|-------------------------------------|-----------|
| Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX) | | | | |
| Benzol | 71-43-2 | 0,1 ³⁾ | 0,4 | LABO 2008 |
| Ethylbenzol | 100-41-4 | 3 | 30 | LABO 2008 |
| Toluol | 100-88-3 | 10 | 120 | LABO 2008 |
| Xylole | 1330-20-7 | 10 | 100 | LABO 2008 |
| Chlorbenzole ⁶⁾ | | | | |
| Chlorbenzol | 108-90-7 | 15 | 170 | LABO 2008 |
| Dichlorbenzol; m- | 541-73-1 | 200 ⁶ | unpraktikabel hoch | LABO 2008 |
| Dichlorbenzol; o- | 95-50-1 | 450 ⁶ | unpraktikabel hoch | LABO 2008 |
| Dichlorbenzol; p- | 106-46-7 | 200 ⁶ | unpraktikabel hoch | LABO 2008 |
| 1,2,4-Trichlorbenzol | 120-82-1 | 25 | 300 | LABO 2008 |
| Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) | | | | |
| Dichlormethan | 75-09-2 | 0,1 | 2 | LABO 2008 |
| Trichlormethan (Chloroform) | 67-66-3 | 0,1 | 0,5 | LABO 2008 |
| 1,1,1-Trichlorethan | 71-55-6 | 15 | 180 | LABO 2008 |
| 1,1,2,2-Tetrachlorethan | 79-34-5 | 0,03 | 0,3 | LABO 2008 |
| Trichlorethen (TRI) | 79-01-6 | 0,3 | 5 | LABO 2008 |
| Tetrachlorethen (PER) | 127-18-4 | 1,5 | 25 | LABO 2008 |
| 1,2-Dichlorpropan | 78-87-5 | 1 | 5 | LABO 2008 |
| Phenol | 108-95-2 | 4.500 ⁶ | unpraktikabel hoch | LABO 2008 |

| Stoff | CAS-Nr. | Wohngebiete | Industrie- u. Gewerbegrundstücke | Quelle |
|--|----------------|----------------------|---|---------------|
| Sonstige | | | | |
| 1,3,5-Trimethylbenzol | 108-67-8 | 200 | 2.000 | LABO 2008 |
| MKW-Fraktion AL1 ¹⁾ (C > 6 bis 8) | | 20 | 200 | LABO 2017 |
| MKW-Fraktion AL2 ¹⁾ (C > 8 bis 10) | | 30 | 300 | LABO 2017 |
| MKW-Fraktion AL3 ¹⁾ (C > 10 bis 12) | | 150 | 1.500 | LABO 2017 |
| MKW-Fraktion AL4 ¹⁾ (C > 12 bis 16) | | 700 | 7.000 | LABO 2017 |
| MKW-Fraktion AR1 ¹⁾ (C > 9 bis 10) | | 100 | 500 | LABO 2017 |
| MKW-Fraktion AR2 ¹⁾ (C > 10 bis 12) | | 20 | 80 | LABO 2017 |
| MKW-Fraktion AR3 ¹⁾ (C > 12 bis 15) | | 70 | 350 | LABO 2017 |
| Sprengstofftypische Verbindungen /Kampfstoffe | | | | |
| Nitrobenzol | 98-95-3 | 1 | 15 | LABO 2008 |
| 3-Nitrotoluol R ²⁾ | 99-08-1 | (1.000) ^g | unpraktikabel hoch | LABO 2008 |
| 4-Nitrotoluol R ²⁾ | 99-99-0 | (250) ^g | (3.000) | LABO 2008 |

¹⁾ AL = aliphatische Fraktionen; AR = aromatische Fraktionen [LABO 2017]

²⁾ Da rüstungsspezifische nitroaromatische Stoffe (R) häufig in Stoffgemischen vorkommen und ein ähnliches Wirkungsspektrum aufweisen, sind Kombinationswirkungen der Nitroaromataten bei Rüstungsaltlasten in zwei Gruppen (kanzerogene und nicht kanzerogene Wirkung) zu berücksichtigen. Näheres dazu siehe BBodSchV 1999 bzw. UBA 1999 (Berechnung von Prüfwerthen zur Bewertung von Altlasten, Teil 2b: „Ergänzende Ableitungsmethoden und -maßstäbe bei weiteren Stoffen - rüstungsspezifische Stoffe -“).

- ³⁾ 0,1 mg/kg entspricht der Bestimmungsgrenze. Das Bestimmungsverfahren (nach Überschichtung der Probe mit Lösungsmittel im Feld und gemäß DIN ISO 22155-Extraktion mit Methanol und Headspace – GC-MSD) für diesen Konzentrationsbereich ist validiert [LABO 2008].
- ⁶⁾ Anmerkung: bei den mit G bezeichneten Stoffen sind – auch bei Unterschreitung der orientierenden Hinweise – in Gebäuden Geruchswahrnehmungen möglich. Es ist ratsam, Messungen der Schadstoffe in der Bodenluft durchzuführen und Einschätzungen geruchlicher Belastungen vorzunehmen. Ggf. ist über den Boden-Bodenluft-Verteilungskoeffizienten (Kas) [UBA 1999] und einen geeigneten Transferfaktor auch ein Vergleich der Schadstoffgehalte im Feststoff mit den Geruchsschwellen sinnvoll.
- () Behelfsmäßige Bodenorientierungswerte für sprengstofftypische Verbindungen, chemische Kampfstoffe und deren Abbauprodukte. Bei den sprengstofftypischen Verbindungen ist es aufgrund eingeschränkter Datenbasis nicht immer möglich gewesen, methodisch konsistent toxikologische Beurteilungswerte (TRD) abzuleiten. Ersatzweise wird eine orientierende Abschätzung der TRD-Werte vorgenommen.

Die Werte für chemische Kampfstoffe sind nutzungsunabhängig. Es handelt sich dabei um chemische Kampfstoffe und deren Abbauprodukte, bei denen akute Wirkungen im Vordergrund stehen. Nach Eingriffen in den Boden können exponierte Personen unmittelbar in Kontakt mit der kontaminierten Erde treten. Hohe Belastungen sind vermutlich nur in kurzen Zeiträumen nach den Erdbewegungen zu erwarten. Eine Zuordnung zu den von der BBodSchV aufgeführten Nutzungen ist damit nicht möglich, daher nur ein Zahlenwert (siehe auch LABO 2008, Tabelle 3 und 4 und UBA 1999 Teil 2b).

Tabelle 11: Wirkungspfad Bodenluft – Innenraumluft
Orientierende Hinweise für Bodenluft - in mg/m³

| Stoff | CAS-Nr. | Bodenluft – Orientierende Hinweise ¹⁾ | | Quelle |
|-----------------------------|-----------|--|------------|-------------|
| | | TF 1:100 ²⁾ | TF 1:1.000 | |
| Acetophenon | 98-86-2 | - | 1.000 | LABO 2008 |
| Σ BTEX | | 5 | 50 | SEEGER 1999 |
| Benzol | 71-43-2 | 0,1 | 10 | LABO 2008 |
| Toluol | 100-88-3 | 250 | 1.000 | LABO 2008 |
| Ethylbenzol | 100-41-4 | 20 | 200 | LABO 2008 |
| Xylole | 1330-20-7 | 400 | 1.000 | LABO 2008 |
| Styrol | 100-42-5 | 10 | 100 | LABO 2008 |
| Σ LHKW | | 5 | 50 | SEEGER 1999 |
| Dichlormethan | 75-09-2 | 8 | 80 | LABO 2008 |
| 1,2-Dichlorethen (cis) | 540-59-0 | 90 | 900 | LABO 2008 |
| Trichlormethan (Chloroform) | 67-66-3 | 0,2 | 2 | LABO 2008 |
| Tetrachlormethan (Tetra) | 56-23-5 | 0,3 | 3 | LABO 2008 |
| 1,1,1-Trichlorethan | 71-55-6 | - | 1.000 | LABO 2008 |
| Trichlorethen (TRI) | 79-01-6 | 2 | 20 | LABO 2008 |
| Tetrachlorethen (PER) | 127-18-4 | 7 | 70 | LABO 2008 |
| 1,1,2,2-Tetrachlorethan | 79-34-5 | 0,1 | 1 | LABO 2008 |
| Chlorethen (Vinylchlorid) | 75-01-4 | 0,4 | 4 | LABO 2008 |
| Chlorbenzol | 108-90-7 | 150 | 1.000 | LABO 2008 |
| Dichlorbenzol; o- | 95-50-1 | - | 1.000 | LABO 2008 |
| Dichlorbenzol; m- | 541-73-1 | - | 1.000 | LABO 2008 |
| Dichlorbenzol; p- | 106-46-7 | 650 | 1.000 | LABO 2008 |
| 1,2,4-Trichlorbenzol | 120-82-1 | 7 | 70 | LABO 2008 |
| 1,3,5-Trimethylbenzol | 108-67-8 | 220 | 1.000 | LABO 2008 |
| 1,2-Dichlorpropan | 78-87-5 | 15 | 150 | LABO 2008 |
| Naphthalin | 91-20-3 | 1 | 10 | LABO 2008 |
| Nitrobenzol | 98-95-3 | 0,1 | 1 | LABO 2008 |
| 3-Nitrotoluol | 99-08-1 | 150 | 1.000 | LABO 2008 |
| 4-Nitrotoluol | 99-99-0 | 25 | 250 | LABO 2008 |
| Phenol | 108-95-2 | 20 | 200 | LABO 2008 |

- ¹⁾ Die orientierenden Hinweise beziehen sich auf angenommene Transferfaktoren TF von 1:1.000 und 1:100 und sollten für den Einzelfall angepasst werden [ZEDDEL ET.AL. 2002, SMUL 2001]. In der Regel liegen TF in diesem Bereich (bei Diffusion und relativ intaktem Gebäude: 1:1.000, bei Diffusion und Konvektion durch Temperaturunterschiede: 1:100). Bei aktiver Gasbildung (Konvektion) und alten Gebäuden kann der Transferfaktor bei 1:10 liegen.
- ²⁾ Die Konzentrationen für den TF 1:100 werden aus den Stoffkonzentrationen bei einem TF von 1:1000 berechnet. Dabei erfolgt im Regelfall die Division durch 10. Bei Stoffen, bei denen aufgrund der hohen toxikologischen Ableitung eine Kappungsgrenze von 1000 mg/m³ festgelegt wurde, wird wie folgt vorgegangen: Division der toxikologischen Ableitung durch 10. Liegt die berechnete Konzentration für den TF 1:100 oberhalb der Kappungsgrenze wird kein Wert festgelegt.

Geruchsschwellen Innenraumluft siehe Tabelle 12.

Tabelle 12: Wirkungspfad Bodenluft – Innenraumluft/Außenuft

Werte für Innenraum- und Außenuft: Grenzwerte (G), Richtwerte (RW) I und II, Gefahrenbezogene Innenraumluftwerte (C_a), Außenuft (A)
- in mg/m³

| Stoff | CAS-Nr. | atmosphärische Luft | | | | | | Quelle | |
|------------------------------|-----------|---------------------|-------|--------------------------|--------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------|--------------|
| | | Innenraumluft | | | | Außenuft | | | |
| | | G | RW I | RW II | C_a | G | A ¹⁾ | Innenraumluft RW / C_a | Außenluft |
| Acetophenon | 98-86-2 | - | 0,066 | 0,22 | 20 ^{Ga)} | - | - | AIR 2025 / UBA 1999 | - |
| Benzol | 71-43-2 | - | - | 0,0045 ^{2) (v)} | 0,01 | 0,005 ³⁾ | - | AIR 2015-2021 / UBA 1999 | 39. BIM SCHV |
| Toluol | 100-88-3 | - | 0,3 | 3,0 | 2,5 | - | 0,26 | AIR 2025 / UBA 1999 | WHO |
| Xylole | 1330-20-7 | - | 0,1 | 0,8 | 4 ^{Gj)} | - | - | AIR 2025 / UBA 1999 | - |
| Ethylbenzol | 100-41-4 | - | 0,2 | 2,0 | 0,2 | - | - | AIR 2025 / UBA 1999 | - |
| Chlorethen (Vinylchlorid) | 75-01-4 | - | - | 0,0023 ²⁾ | 0,004 | - | 0,001 | AIR 2015-2021 / UBA 1999 | WHO |
| Chlorbenzol | 108-90-7 | - | - | - | 1,5 ^{Gb)} | - | - | - / UBA 1999 | - |
| Dichlorbenzol; o- | 95-50-1 | - | - | - | 10 ^{Gc)} | - | - | - / UBA 1999 | - |
| Dichlorbenzol; m- | 541-73-1 | - | - | - | 10 ^{Gc)} | - | - | - / UBA 1999 | - |
| Dichlorbenzol; p- | 106-46-7 | - | - | - | 6,5 ^{Gd)} | - | - | - / UBA 1999 | - |
| 1,2-Dichlorethan | 107-06-2 | - | - | 0,0010 ^{2) (v)} | - | - | 0,7 | AIR 2015-2021 | WHO |
| 1,2-Dichlorethen (cis) | 540-59-0 | - | - | - | 0,9 | - | - | - / UBA 1999 | - |
| Dichlormethan | 75-09-2 | - | 0,2 | 2,0 | 0,08 | - | 3 | AIR 2025 / UBA 1999 | WHO |
| 1,2-Dichlopropan | 78-87-5 | - | - | - | 0,15 | - | - | - / UBA 1999 | - |

| Stoff | CAS-Nr. | atmosphärische Luft | | | | | | Quelle | |
|---|----------|---------------------|-------|---------------------|---------------------|-----------|--------------------|--------------------------------------|--------------|
| | | Innenraumluft | | | | Außenluft | | | |
| | | G | RW I | RW II | C _a | G | A ¹⁾ | Innenraumluft RW / C _a | Außenluft |
| Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen | 91-20-3 | - | 0,01 | 0,03 | 0,01 | - | - | AIR 2025 / UBA 1999 | - |
| Nitrobenzol | 98-95-3 | - | - | - | 0,001 | - | - | - / UBA 1999 | - |
| 3-Nitrotoluol | 99-08-1 | - | - | - | 1,5 ^{Ge)} | - | - | - / UBA 1999 | - |
| 4-Nitrotoluol | 99-99-0 | - | - | - | 0,25 ^{Gf)} | - | - | - / UBA 1999 | - |
| Phenol | 108-95-2 | - | 0,020 | 0,2 | 0,2 ^{Gg)} | - | - | AIR 2025 / UBA 1999 | - |
| Styrol | 100-42-5 | - | 0,030 | 0,3 | 0,1 ^{Gh)} | - | - | AIR 2025 / UBA 1999 | - |
| 1,1,2,2-Tetrachlorethan | 79-34-5 | - | - | - | 0,001 | - | - | - / UBA 1999 | - |
| Tetrachlorothen (PER) | 127-18-4 | 0,1 ³⁾ | 0,10 | 1,0 | (0,07) | - | 0,01 ³⁾ | 2. BIMSCHV / AIR 2025 / UBA 1999 | TA LUFT 2021 |
| Tetrachlormethan (Tetra) | 56-23-5 | - | - | - | 0,003 | - | - | - / UBA 1999 | - |
| 1,2,4-Trichlorbenzol | 120-82-1 | - | - | - | 0,07 | - | - | - / UBA 1999 | - |
| 1,1,1-Trichlorethan | 71-55-6 | - | - | - | 22 | - | - | - / UBA 1999 | - |
| Trichlorethen (TRI) | 79-01-6 | - | - | 0,020 ²⁾ | 0,02 | - | - | AIR 2015-2021 / UBA 1999 | - |
| Trichlormethan (Chloroform) | 67-66-3 | - | - | - | 0,002 | - | - | - / UBA 1999 | - |
| 1,3,5-Trimethylbenzol | 108-67-8 | - | - | - | 2,2 ^{Gi)} | - | - | - / UBA 1999 | - |

¹⁾ Die angegebenen Werte stellen Luftqualitätsstandards zur Umweltvorsorge nach WHO 2000 bzw. TA Luft 2021 dar. I.d.R. sind Mittelwerte über 24 Stunden angegeben (Ausnahmen: Toluol, Tetrachlorethen), um die Messbarkeit innerhalb einer Altlastenbearbeitung zu gewährleisten. Da Luftkonzentrationen stark schwanken können, sind ggf. längere Messungen der Einzelfallbearbeitung überlassen.

- ²⁾ kein RW II, sondern risikobasierter Leitwert AIR 2015 bis 2021, bei Benzol und 1,2-Dichlorehthan vorläufig (v)
- ³⁾ kann für bodenschutzrechtliche Verdachtsflächen vergleichend herangezogen werden, siehe Kapitel 2.1.3.2 (Wert nach 2. BImSchV, Mittelwert über einen Zeitraum von sieben Tagen)
- ⁶⁾ Geruchsschwellen, die unter den zulässigen (gefährtenbezogenen) Innenraumluftwerten liegen und zu Beeinträchtigungen führen können:
 - a) Geruchsschwelle liegt bei 0,041 mg/m³
 - b) Geruchsschwelle liegt bei 0,025 mg/m³
 - c) Geruchsschwelle liegt bei 0,067 mg/m³
 - d) Geruchsschwelle liegt bei 0,025 mg/m³
 - e) Geruchsschwelle liegt bei 0,062 mg/m³
 - f) Geruchsschwelle liegt bei 0,084 mg/m³
 - g) Geruchsschwelle liegt bei 0,271 mg/m³
 - h) Geruchsschwelle liegt bei 0,09 mg/m³
 - i) Geruchsschwelle liegt bei 1,577 mg/m³
 - j) Geruchsschwelle liegt bei 0,055 mg/m³

4 Literatur

AIR 2025: Abgeleitete Richtwerte I und II des AIR für Schadstoffe in der Innenraumluft, Umweltbundesamt. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte>, zuletzt geprüft am 21.01.2026.

BMUV 1999: Methoden und Maßstäbe für die Ableitung der Prüf- und Maßnahmenwerte gemäß § 8 des Gesetzes zum Schutz des Bodens (BBodSchG) vom 17.03.1998 sowie § 4 Abs. 5 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bundesanzeiger Nummer 161a.

DEUTSCHER BUNDES RAT – DIP 2021: Begründung zur „Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung“, Bundesrats-Drucksache 494/21.

DIETER, H. H. 2003: Kommentar zur Bewertung der Anwesenheit nicht oder nur teilbewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung –Gesundheitsschutz 46(3), S. 245-248. Online verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/kommentar_stoffe_im_tw_n_bewertbar.pdf, zuletzt geprüft am 31.01.2025.

FoBiG 2018: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen zu humantoxischen Eigenschaften von kurzkettigen Alkylphenolen und NSO-Heterozyclen. Im Auftrag vom Land Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz, im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2018, Ständiger Ausschuss „Altlasten“ ALA, FoBiG Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH, Freiburg.

IFUA 2001A: Ableitung von Prüfwerten für Bodenbelastungen mit Kupfer. Im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Frauen, Arbeit und Soziales, IFUA Institut für Umwelt-Analyse Projekt GmbH Bielefeld.

IFUA 2001B: Ableitung von Prüfwerten für Bodenbelastungen mit Barium. Im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Frauen, Arbeit und Soziales, IFUA Institut für Umwelt-Analyse Projekt GmbH Bielefeld.

IFUA 2001c: Ableitung von Prüfwerten für Bodenbelastungen mit Zink. Im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Frauen, Arbeit und Soziales, IFUA Institut für Umwelt-Analyse Projekt GmbH Bielefeld.

KONIETZKA, R.; DIETER, H. H.; Voss, J-U. 2005: Vorschlag für einen gesundheitlichen Leitwert für Uran im Trinkwasser, Umweltmed Forsch Prax 10 (2), S. 133-143.

LABO 2008: Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug, Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder- Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz. Online verfügbar unter: https://www.labodeutschland.de/documents/34_Infoblatt_Altlasten_01092008_e69_34f.pdf, zuletzt geprüft am 21.01.2026.

LABO 2017: Bewertung von Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) bezüglich des Wirkungspfades Boden-Mensch bei einer potentiellen Belastung über Boden, Bodenluft und Innenraumluft - Eine LABO-Hilfestellung für den Vollzug, Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder- Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz. Online verfügbar unter: https://www.labodeutschland.de/documents/LABO_MKW-Bewertung_2017_12.pdf, zuletzt geprüft am 21.01.2026.

LABO 2023: Arbeitshilfe zur Expositionsabschätzung in der Detailuntersuchung, Wirkungspfad Boden-Mensch, Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze-Mensch, Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder- Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz.

LABO 2024: Arbeitshilfe zur Bewertung von leichtflüchtigen Schadstoffen im Grundwasser hinsichtlich einer möglichen Belastung der Innenraumluft von geplanten Gebäuden.

LAWA 2016: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser, Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Stuttgart. Online verfügbar unter: https://www.lawa.de/documents/geringfuegigkeits_bericht_seite_001-028_1552302313.pdf, zuletzt geprüft am 21.01.2026.

LAWA 2017: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC), Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser. Online verfügbar unter: https://www.lawa.de/documents/03_anlage_3_bericht_gfs_fuer_pfc_endfassung_22_11_2017_2_1552302208.pdf, zuletzt geprüft am 21.01.2026.

LFU BAYERN 2003: Ableitung von Vorschlägen für Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser für Kampfstoffe und Abbauprodukte, redaktionelle Änderungen August 2005, Projekt 3801.

LFU SCHLESWIG-HOLSTEIN 2018: Bewertungshilfen für den Eintrag von Schadstoffen aus Altlasten in Oberflächengewässer, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume. Online verfügbar unter: https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/A/altlasten/Downloads/bewertungshilfe_Altlasten_Eintrag.pdf?__blob=publicationFile&v=1, zuletzt geprüft am 21.01.2026.

LFULG 2023: Bewertung von Polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) bezüglich des Wirkungspfades Boden-Mensch, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden. Online verfügbar unter: https://www.boden.sachsen.de/download/Bewertung_von_PAK_2023_11_17.pdf zuletzt geprüft am 21.01.2026.

LFUG 1998: Leitfaden für die Vorgehensweise bei akuten Dioxin-Schadensfällen in Sachsen. Materialien zur Altlastenbehandlung Band 7/1998, Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen, Dresden.

LFUG 2002: Bewertungshilfen bei der Gefahrenverdachtsermittlung in der Altlastenbehandlung. Materialien zur Altlastenbehandlung, Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen, Dresden.

LFUG 2003: Handbuch zur Altlastenbehandlung: Teil 7 Detailuntersuchung, Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen, Dresden.

SEEGER, K. 1999: Fachliche Grundlagen zur Beurteilung von flüchtigen organischen Substanzen in der Bodenluft bei Altlasten, Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz Heft 263, Hessische Landesanstalt für Umwelt.

SMUL 2001: Gefährdungsabschätzung Pfad Luft. Handbuch zur Altlastenbehandlung Teil 6, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden. Online verfügbar unter: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/49135>, zuletzt geprüft am 21.01.2026.

SOHR, A.; LANKAU, R. 2008: Ableitung eines GFS-analogen Wertes für Uran in Sachsen, Wasser und Abfall, Heft 7-8, S. 47-49.

UBA 1999: Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten, Ableitung und Berechnung von Prüfwerten der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung für den Wirkungspfad Boden - Mensch aufgrund der Bekanntmachung der Ableitungsmethoden und -maßstäbe im Bundesanzeiger, Nr. 161a vom 28. August 1999, Teil 2a: Ergänzende Ableitungsmaßstäbe - flüchtige Stoffe, Teil 2b, Ergänzende Ableitungsmaßstäbe rüstungsspezifischer Stoffe – sprengstofftypische Verbindungen, Umweltbundesamt, Erich Schmidt Verlag 1999.

UBA 2003: Umweltbundesamt: Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht – Empfehlung der Trinkwasserkommission des UBA. Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 46 (3), S. 249 -251. Online verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/374/dokumente/gow-empfehlung_2003_46.pdf, zuletzt geprüft am 21.01.2026.

UBA 2013: Uran (U) im Trinkwasser: Kurzbegründung des gesundheitlichen Grenzwertes der Trinkwasserversorgung ($10 \mu\text{g/l}$ U) und des Grenzwertes für "säuglingsgeeignete" abgepackte Wässer ($2 \mu\text{g/l}$ U), Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4193.pdf>, zuletzt geprüft am 03.02.2025.

UBA 2015: Umweltbundesamt: Revision der Umweltqualitätsnormen der Bundes-Oberflächengewässerverordnung nach Ende der Übergangsfrist für Richtlinie 2006/11/EG und Fortschreibung der europäischen Umweltqualitätsziele für prioritäre Stoffe, TEXTE 47/2015, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/378/publikationen/texte_47_2015_revision_der_umweltqualitaetsnormen_der_bundes-oberflaechengewaesserverordnung_2.pdf, zuletzt geprüft am 21.01.2026.

UGM 1998: Prüf- und Maßnahmenwerte für die Gefährdungsabschätzung bei Altlasten für das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie, Umweltbüro Dr. Gerhard Möschwitzer & Partner GmbH Bericht Jan. 1998.

UGM 1999: Aktualisierung und Ergänzung der Prüf- und Besorgniswerte im Band 2 der Materialien zur Altlastenbehandlung. Umweltbüro Dr. Gerhard Möschwitzer & Partner GmbH, Bericht 1999/2000.

WHO 2000: Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publications, European Series No. 91, World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen 2000.

ZEDDEL, A.; MACHTOLF, M.; BARKOWSKI, D.; SOHR, A. 2002: Leichtflüchtige Schadstoffe im Boden-orientierende Hinweise zur Bewertung von Stoffkonzentrationen in der Bodenluft beim Wirkungspfad Boden-Innenraumluft-Mensch für Wohngebiete, Altlasten Spektrum 2/2002, S. 78-88.

5 Abkürzungen

| | |
|-----------------|--|
| AA-QS | Annual Average Quality Standard (\triangleq Jahresdurchschnittswert-Qualitätsnorm) |
| AALG | Ambient Air Level Goals = Zielniveau für die Umgebungsluft (Werte von CALABRESE/ KENYON) |
| AG Dioxine | Bund/ Länder Arbeitsgemeinschaft Dioxine |
| AGW | Arbeitsplatzgrenzwert |
| AIR | Ausschuss für Innenraumluftrichtwerte |
| ALE | Aquatische Lebensgemeinschaft |
| AL | aliphatische Fraktionen |
| AN | Ammoniumnitratextrakt |
| AR | aromatische Fraktionen |
| BA | Bundesanzeiger |
| BBodSchG | Bundes-Bodenschutzgesetz |
| BBodSchV | Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung |
| BBP | Butylbenzylphthalat |
| BImSchV | Bundes-Immissionsschutzverordnung |
| BTEX | Aromatische Kohlenwasserstoffe |
| CAS-Nr. | Chemical Abstracts Service, internationale Registriernummer für chemische Stoffe |
| DF | Dringlichkeitsfaktor |
| D-Wert | Dringlichkeitswert |
| DBP | Dibutylphthalat |
| DDT | Dichlordiphenyltrichlorethan |
| DEHP | Diethylhexylphthalat |
| DepV | Deponieverordnung |
| DEP | Diethylphthalat |
| dl-PCB | dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle |
| DU | Detailuntersuchung |
| ERB | Expositions-Risiko-Beziehung |
| ErsatzbaustoffV | Ersatzbaustoffverordnung |
| ETBE | 2-Ethoxy-2-Methylpropan |

| | |
|------------------|---|
| FoBiG | Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe, Freiburg |
| GFS | Geringfügigkeitsschwellen (LAWA) |
| GFS _g | Gesundheitlich/sensorisch abgeleiteter Teil der GFS |
| GFS _ö | Ökotoxikologisch abgeleiteter Teil der GFS |
| H4PFOS | 6:2-Fluortelomersulfonsäure |
| HCH | Hexachlorcyclohexan |
| Hexogen | 1,3,5-Trinitro-hexa-hydro-1,3,5-triazin |
| Hexyl | 2,2', 4,4', 6,6'-Hexa-nitrodiphenylamin |
| IfUA | Institut für Umweltanalyse, Bielefeld |
| ITEq | Internationale Toxizitätsäquivalente |
| JD-UQN | Jahresdurchschnittswert-Umweltqualitätsnorm |
| KW | Königswasserextrakt |
| LABO | Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Boden |
| LAWA | Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser |
| LfU Bayern | Bayerisches Landesamt für Umwelt |
| LfULG | Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie |
| LHKW | leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe |
| MAC-QS | Maximum Acceptable Concentration Quality Standard (\triangleq Zulässige Jahreshöchstkonzentration-Qualitätsnorm) |
| MCPA | 2-Methyl-4-chlorphenoxyessigsäure |
| MKW | Mineralölkohlenwasserstoffe |
| MTBE | Methyl-tertiär-butylether |
| M-Werte | Maßnahmenwerte |
| Novell. BBodSchV | Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung |
| OdB | Ort der Beurteilung |
| OdP | Ort der Probennahme |
| OGewV | Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer |
| OU | Orientierende Untersuchung |
| PAK | polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe |
| PBA | Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten |
| PCB | polychlorierte Biphenyle |
| PCDD | polychlorierte Dibenzo-para-Dioxine |
| PCDF | polychlorierte Dibenzofurane |

| | |
|---------|---|
| PCP | Pentachlorphenol |
| PER | Tetrachlorethen |
| PETN | Pentaerythrityltetranitrat, Nitropenta |
| PFBA | Perfluorbutansäure |
| PFBS | Perfluorbutansulfonsäure |
| PFDA | Perfluordecansäure |
| PFHpA | Perfluorheptansäure |
| PFHpS | Perfluorheptansulfonsäure |
| PFHxA | Perfluorhexansäure |
| PFHxS | Perfluorhexansulfonsäure |
| PFNA | Perfluorononansäure |
| PFOA | Perfluoroktansäure |
| PFOS | Perfluoroktansulfonsäure |
| PFOSA | Perfluoroctansulfonamid |
| PPPeA | Perfluorpentansäure |
| P-Werte | Prüfwerte |
| RW | Richtwert |
| QN | Qualitätsnormen |
| QN-V | Qualitätsvornormen |
| TA-Luft | Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft |
| TAME | tert-Amylmethylether |
| TEF | Toxizitätsäquivalenzfaktor |
| TEQ | Toxic Equivalents, Angabe zur Toxizität von Gemischen verschiedener, aber nach gleichem Mechanismus additiv wirkender Gifte |
| Tetra | Tetrachlormethan |
| Tetryl | N-Methyl-N,2,4,6-tetra-nitroanilin |
| TF | Transferfaktor |
| TRD | Tolerierbare resorbierte Körperdosis |
| TM | Trockenmasse |
| TNT | 2,4,6-Trinitrotoluol |
| TR | Technische Regeln |
| TRI | Trichlorethen |
| TrinkwV | Trinkwasserverordnung |

| | |
|---------|---|
| UBA | Umweltbundesamt |
| UQN | Umweltqualitätsnorm |
| WHO | World Health Organization |
| ZHK-UQN | Zulässige Jahreshöchstkonzentration-Umweltqualitätsnorm |

6 Gesetze/Verordnungen

- BBodSchG Bundesbodenschutzgesetz, Gesetz zum Schutz des Bodens vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502)
- BBodSchV Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598, 2716)
2. BImSchV Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen vom 10. Dezember 1990 (BGBl. I S. 2694), die zuletzt durch Artikel 106 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist
39. BImSchV Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist (22. BImSchV wurde aufgehoben und in die 39. BImSchV überführt)
- DepV Deponieverordnung vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598) geändert worden ist.
- ErsatzbaustoffV Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV), vom 9. Juli 2021 (BGBl. I Nr. 43, S. 2598), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Juli 2023 (BGBl. I Nr. 186, S. 1), in Kraft getreten am 1. August 2023.
- EU WRRL 2000/60/EG Europäische Union-Wasserrahmenrichtlinie 2000 Nr. 60 der EG
- OGewV Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373), die zuletzt durch Artikel 2 Absatz 4 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873) geändert worden ist
- Richtlinie Qualität der Badegewässer – Richtlinie 2006/7/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 über die Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung
- SächsWRRLVO Sächsische Wasserrahmenrichtlinienverordnung vom 7. Dezember 2004, zuletzt geändert durch Verordnung vom 26. Juni 2008
- TrinkwV Trinkwasserverordnung vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 159)
- TA-Luft Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, Erste Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 18.10.2021 (GMBI 2021 Nr. 48-54, S. 1050)

Herausgeber

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
E-Mail: poststelle@lfulg.sachsen.de
www.lfulg.sachsen.de

Bearbeitung

Abteilung Wasser, Boden, Wertstoffe / Referat Boden, Altlasten

Ansprechpartner

Antje Sohr / Ulrike Menzel
Abteilung Wasser, Boden, Wertstoffe/ Referat Boden, Altlasten
Zur Wetterwarte 11, 01109 Dresden
Telefon: +49 351 8928-4201 / -4209
E-Mail: antje.sohr@lfulg.sachsen.de
E-Mail: ulrike.menzel@lfulg.sachsen.de

Redaktionsschluss

Dezember 2025

Bestellservice

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei heruntergeladen werden aus der Publikationsdatenbank des Freistaates Sachsen (<https://publikationen.sachsen.de>).

Hinweis

Diese Publikation wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom LfULG (Geschäftsbereich des SMUL) kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.

Täglich für ein gutes Leben.

www.lfulg.sachsen.de