

DEZERNAT BODEN UND ATLASTEN

Neubebauung trotz Grundwasser- kontamination?

Volker Zeisberger



Ein wichtiges Ziel der Altlastenbearbeitung ist, verunreinigte Flächen zu revitalisieren, das heißt, sie für den Menschen wieder nutzbar zu machen und damit auch zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen beizutragen. Dieses Ziel verpflichtet die Sanierungsverantwortlichen, nicht nur eine aktuelle Gefahrensituation zu beseitigen, sondern einen eingetretenen Schaden auch dann zu beheben, wenn von ihm gegenwärtig keine weitere Gefahr ausgeht.



LCKW:

Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe wurden in den 70er und 80er Jahren häufig zur Metallentfettung und Textilreinigung eingesetzt. Der sorglose Umgang und Leckagen verursachten zahlreiche Grundwasserschäden.

Einführung

Bei der Altlastenbearbeitung kann folgende Situation auftreten: Durch eine Altlast werden leichtflüchtige Schadstoffe freigesetzt, die eine Grundwasserverunreinigung verursachen. Typische leichtflüchtige Schadstoffe sind die sogenannten BTEX-Aromaten wie Benzol, Toluol und Xylole sowie leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW). Das verunreinigte Grundwasser breitet sich aus und unterströmt ein Grundstück, das bebaut werden soll. Dann könnten leichtflüchtige Schadstoffe aus dem Grundwasser ausgasen und über die Bodenluft in die Innenraumluft der neu errichteten Gebäude gelangen. Bei geplanten Baumaßnahmen ist daher zu prüfen, ob gesunde Wohn- bzw. Arbeitsverhältnisse trotz der Grundwasserverunreinigung gewahrt werden können.

Zu dieser Thematik fehlen im deutschsprachigen Raum bisher konkrete Hilfestellungen. Daher wurde von der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) die Erstellung der Arbeitshilfe „Bewertung von leichtflüchtigen Schadstoffen im Grundwasser hinsichtlich einer möglichen Belastung der Innenraumluft von geplanten Gebäuden“ [1] veranlasst. Die fachlichen Rahmenbedingungen wurden vom Altlastenausschuss (ALA) der LABO festgelegt. Erstellt wird die Arbeitshilfe durch eine Arbeitsgruppe des ALA-Gesprächskreises „Schadstoffbewertung“ unter Obmannschaft des HLNUG.

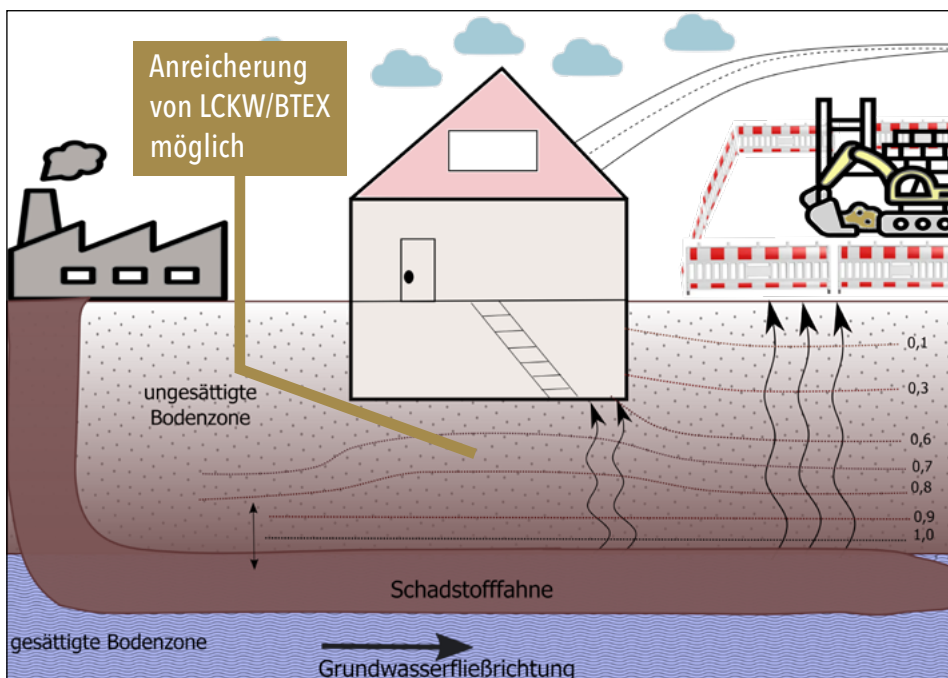
In der Arbeitshilfe werden sogenannte „Hinweiswerte“ für die häufigen Schadstoffe BTEX und LCKW abgeleitet. Unterschreiten die im Grundwasser gemessenen BTEX-/LCKW-Konzentrationen diese Hinweiswerte, kann eine Beeinträchtigung der gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Außerdem werden Hinweise gegeben, wie bei günstigen Randbedingungen (biologisch abbaubare Schadstoffe, großer Grundwasserflurabstand) vorgegangen werden kann.

Vorgehensweise bei ungünstigen Fallkonstellationen

Im ersten Teil der Arbeitshilfe wird das Vorgehen bei einem worst-case-Szenario beschrieben. Hierbei werden folgende Annahmen getroffen:

- Die leichtflüchtigen Schadstoffe BTEX/LCKW liegen im obersten Bereich des Grundwassers vor (nur dann können Schadstoffe aus dem Grundwasser in die Bodenluft ausgasen).
- Beim Übergang von BTEX/LCKW aus dem Grundwasser in die Bodenluft stellt sich ein Verteilungsgleichgewicht ein, das durch die Henry-Konstante (K_{Henry}) beschrieben wird. Ist die BTEX/LCKW-Konzentration im Grundwasser bekannt, errechnet sich mittels der Henry-Konstante die maximal mögliche Schadstoffkonzentration in der Bodenluft.
- Der Grundwasserflurabstand (Abstand zwischen der Bodenplatte des geplanten Gebäudes und der Grundwasseroberfläche) ist gering, so dass eine Konzentrationsminderung in der Bodenluft durch Verdünnungsprozesse vernachlässigbar ist.
- Beim Übergang von der Bodenluft in die Innenraumluft findet eine Konzentrationsminderung um den Faktor 1 000 statt. Dieser sogenannte Transferfaktor ist in bundesweiten Arbeitshilfen etabliert [2].

Bei der worst-case-Fallgestaltung reichern sich BTEX/LCKW unterhalb der Bodenplatte eines Gebäudes an (vgl. Abbildung 1 mittlerer Bereich). Dagegen ist im rechten Teil der Abbildung 1 erkennbar, dass in unversiegelten Bereichen keine Anreicherung von BTEX/LCKW stattfindet.



i
Henry-Konstante:
Im Grundwasser gelöste Schadstoffe mit hoher Henry-Konstante können ausgasen und so in die Bodenluft und Innenraumluft gelangen.

Abb. 1: Expositionsszenario Grundwasser-Bodenluft-Innenraumluft bei Schadstofffahnen im Grundwasser; Bildmitte: Anreicherung von Schadstoffen (BTEX/LCKW) unterhalb des Gebäudes ([1] verändert).

Für das worst-case-Szenario können tolerable Grundwasser-Konzentrationen für BTEX/LCKW aufgrund der nachfolgenden Überlegungen hergeleitet werden:

- Im ersten Schritt sind tolerable Innenraumluft-Konzentrationen zu ermitteln, wie sie beispielsweise vom Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) veröffentlicht wurden [3].
- Diese Werte werden mit dem Transferfaktor 1 000 (s. o.) multipliziert. Als Zwischenergebnis erhält man tolerable Bodenluft-Konzentrationen.
- Im letzten Schritt wird über das Verteilungsgleichgewicht zwischen Bodenluft und Grundwasser (unter Verwendung der jeweiligen Henry-Konstante) eine tolerable Grundwasser-Konzentration für einzelne BTEX/LCKW errechnet.

Die tolerablen Grundwasser-Konzentrationen werden in der Arbeitshilfe als „Hinweiswerte“ bezeichnet. Bei Unterschreitung dieser Werte (siehe Tabelle 1) kann eine Beeinträchtigung der gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Tab. 1: Hinweiswerte für das Grundwasser [$\mu\text{g/L}$], bei deren Unterschreitung eine Beeinträchtigung der gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann.

Leichtflüchtige Stoffe	Hinweiswerte für Grundwasser [$\mu\text{g/L}$]
BTEX	
Benzol	40
Toluol	2 000
Ethylbenzol	1 000
Xylole	900
Styrol	600
LCKW	
Dichlormethan	1 000
Trichlormethan	30
Tetrachlormethan	5
1,2-Dichlorethen	40
Chlorethen (Vinylchlorid)	3
cis-1,2-Dichlorethen	100
Trichlorethen	100
Tetrachlorethen	200

Für die Bauplanung ist von besonderer Bedeutung, dass auch bei vergleichsweise hohen Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser eine Bebauung möglich ist, sofern die o. g. Hinweiswerte unterschritten werden. Dies soll am Beispiel des Schadstoffs Benzol erläutert werden: Bereits bei einer Grundwasser-Konzentration von $1 \mu\text{g/l}$ Benzol liegt aus wasserrechtlicher Sicht eine nachteilige Veränderung des Grundwassers bzw. ein Grundwasserschaden vor [4]. Solange jedoch die Benzol-Konzentration $40 \mu\text{g/l}$ unterschreitet (Hinweiswert aus Tabelle 1), kann eine Beeinträchtigung der gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

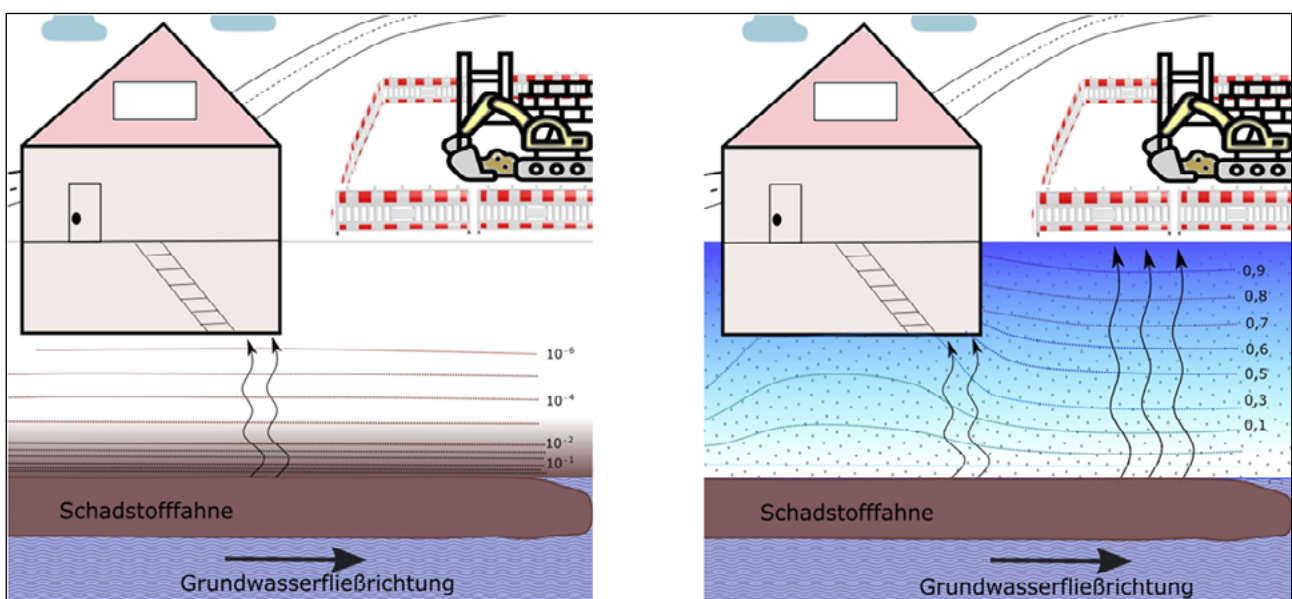
Vorgehensweise bei günstigen Fallkonstellationen

Das oben beschriebene worst-case-Szenario kann zu einer deutlichen Überschätzung der Beeinträchtigung von gesundem Wohnen und Arbeiten führen. Daher wird im zweiten Teil der LABO-Arbeitshilfe das Vorgehen bei günstigen Fallkonstellationen beschrieben. Diese liegen insbesondere in folgenden Fällen vor:

- Die Schadstoffe sind in der ungesättigten Bodenzone gut abbaubar (z. B. BTEX) und/oder
- der Flurabstand des Grundwassers (Abstand Bodenplatte zur Grundwasseroberfläche) ist groß und/oder
- die versiegelte Gebäudefläche ist klein.

Die Einflussgrößen Abbaubarkeit, Flurabstand und Gebäudefläche wurden in Arbeitshilfen aus den USA [5] und aus Australien [6] statistisch

Abb. 2: Auf dem linken Bild ist die relative Konzentration von Benzol in der Bodenluft schematisch dargestellt. Auf dem rechten Bild ist die relative Sauerstoff-Konzentration dargestellt (in Anlehnung an US-EPA [5]).

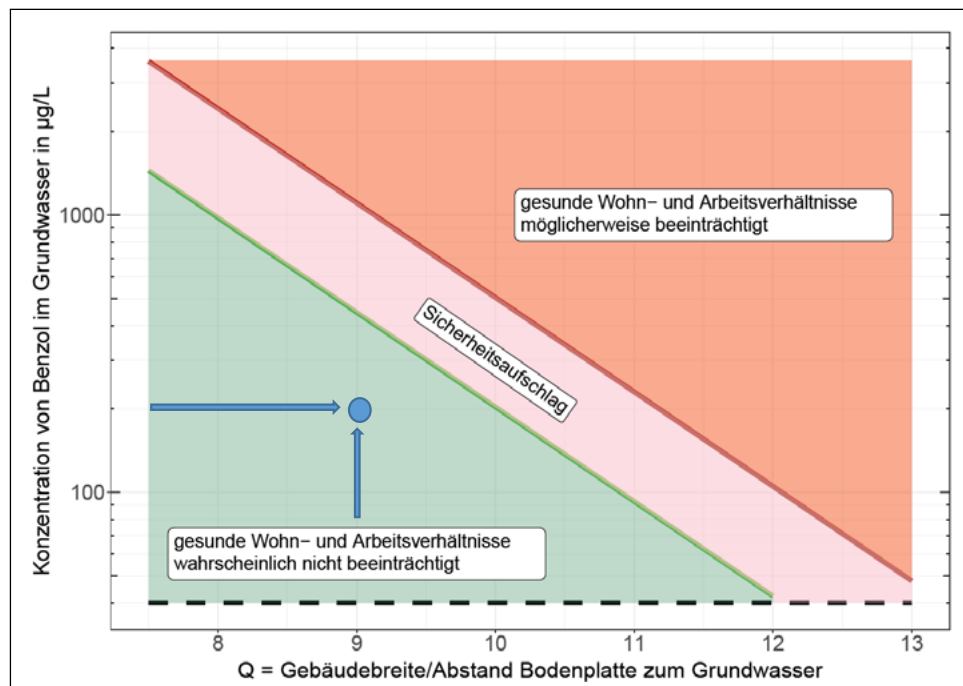


ausgewertet, wobei Feldmessungen von Grundwasser-, Bodenluft- und Innenraumlufthproben sowie numerische Modellierungen berücksichtigt wurden. Die umfangreiche Datenbasis ermöglicht eine Einschätzung, ob unter bestimmten Randbedingungen die gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse gewahrt werden können. In der LABO-Arbeitshilfe wird zwischen den beiden Schadstoffgruppen BTEX und LCKW unterschieden. Am Beispiel einer Benzol-Grundwasserverunreinigung wird im Folgenden die Vorgehensweise skizziert.

Bei den aerob abbaubaren BTEX-Schadstoffen wie Benzol ist entscheidend, ob ausreichend Luftsauerstoff im Bereich zwischen Kellersohle und Grundwasser vorhanden ist. Bei ausreichender Sauerstoffversorgung nehmen die Benzol-Konzentrationen (linkes Bild) von unten nach oben sehr rasch ab, da Sauerstoff (rechtes Bild) für den Schadstoffabbau ausreichend zur Verfügung steht.

- Die Benzol-Konzentration im Grundwasser beträgt im Beispielfall 200 µg/l, dargestellt durch den waagrechten blauen Pfeil
- Das Verhältnis ‚Gebäudebreite‘ zu ‚Abstand Bodenplatte zum Grundwasser‘ weist einen Wert von 9 auf (dies ist beispielsweise bei einer ‚Gebäudebreite‘ von 18 m und einem ‚Abstand Bodenplatte zum Grundwasser‘ von 2 m der Fall, da $18 \div 2 = 9$), dargestellt durch den senkrechten blauen Pfeil
- Die beiden Pfeile treffen sich im grünen Feld. Unter diesen Randbedingungen sind die gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse wahrscheinlich nicht beeinträchtigt.

Abb. 3: Grafik hinsichtlich der gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse betreffend das Expositionsszenario Grundwasser-Bodenluft-Innenraumluft. Das Beispiel gilt für eine Benzol-Konzentration von 200 µg/l und für ein Q von 9; in diesem Fall sind die gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse wahrscheinlich nicht beeinträchtigt. Die Grafik basiert auf [1] und [6].





Fazit

Die Fragestellung „Kann im Bereich einer Grundwasserverunreinigung eine Neubebauung erfolgen, ohne dass die gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse der künftigen Bewohner beeinträchtigt werden?“ betrifft eine Vielzahl von Akteuren, insbesondere Altlasten-, Bauplanungs- und Gesundheitsbehörden sowie Ingenieurbüros und Bauherren.

Die neue LABO-Arbeitshilfe schließt hierzu im deutschsprachigen Raum eine Lücke. Neben dem Vorgehen bei worst-case-Szenarien wird das Vorgehen bei vergleichsweise günstigen Fallgestaltungen dargestellt. Weiterhin gibt die Arbeitshilfe Hinweise zu baulichen Sicherungsmaßnahmen, falls eine Beeinträchtigung für die Bewohner nicht ausgeschlossen werden kann.

Literatur

- [1] LABO (2024): Arbeitshilfe „Bewertung von leichtflüchtigen Schadstoffen im Grundwasser hinsichtlich einer möglichen Belastung der Innenraumluft von geplanten Gebäuden“, Stand September 2024, <https://www.labo-deutschland.de/Veroeffentlichungen.html>
- [2] LABO (2008): Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug. Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz, Stand: 01.09.2008 inkl. Ergänzung Juni 2009, https://www.labo-deutschland.de/documents/34_Infoblatt_Altlasten_01092008_e69_34f_2.pdf
- [3] UBA (2012): Richtwerte für die Innenraumluft: erste Fortschreibung des Basisschemas – Mitteilung der Ad-hoc Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Kommission Innenraumlufthygiene und der Obersten Landesbehörden. In: Bundesgesundheitsblatt Umweltbundesamt. 2012 · 55; Springer Verlag
- [4] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2016): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser (Aktualisierte und überarbeitete Kurzfassung) https://www.lawa.de/documents/geringfuegigkeits_bericht_seite_001-028_1552302313.pdf

- [5] US-EPA (2015): Technical Guide For Addressing Petroleum Vapor Intrusion At Leaking Underground Storage Tank Sites. Abgerufen am 01.10.2024 von <https://www.epa.gov/ust/technical-guide-addressing-petroleum-vapor-intrusion-leaking-underground-storage-tank-sites>
- [6] Australia CRC Care (2013): Petroleum hydrocarbon vapour intrusion assessment - australian guidance. Technical Report 23 <https://crccare.com/wp-content/uploads/2022/12/CRCCARETechreport23-PetroleumhydrocarbonvapourintrusionassessmentAustralianguidance2.pdf>
- [7] US-EPA (2012): EPA's Vapor Intrusion Database: Evaluation and Characterization of Attenuation Factors for Chlorinated Volatile Organic Compounds and Residential Buildings. Abgerufen am 01.10.2024 von <https://www.epa.gov/vaporintrusion/epas-vapor-intrusion-database-evaluation-and-characterization-attenuation-factors>
- [8] GILLBRICHT, C.A. (2019): Anmerkungen zur Berücksichtigung von Belastungen der Bodenluft im Baurechtsverfahren. *Altlasten Spektrum*. 1/2019