

Fallbeispiel C: LCKW-Schaden (ehemalige Großreinigung)

1	<p>Verdachtsmomente -> Erfassung</p>	
2	<p>Orientierende Untersuchung -> Anhaltspunkte</p>	
	<p>-> Gefahrenverdacht (Boden-Mensch) (Boden-Bodenluft-Mensch)</p>	
3	<p>Detailuntersuchung -> Expositionsabschätzung (Boden-Mensch) (Boden-Bodenluft-Mensch)</p>	
4	<p>Abschließende Gefährdungsabschätzung (Boden-Mensch) (Boden-Bodenluft-Mensch)</p>	

Impressum

Die Fallbeispiele wurden frei erfunden. Ähnlichkeiten mit realen Projekten oder Gegebenheiten sind zufällig.

Auftraggeber: Altlastenausschusses ALA der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO)
Länderfinanzierungsprogramm „Wasser, Boden und Abfall“

Bearbeitung: Monika Machtolf (Dipl. Oec. troph.)
Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)
Gerald Krüger (Dipl.-Geoökol)

Projekt-Nr.: P217057

Projekttitlel: LABO-Arbeitshilfe - Expertenworkshop

Erstellungsdatum: 01.04.2019

Überarbeitung: 10.12.2019

Quellennachweis:

Fotos, Karten, Abbildungen: IFUA-Projekt-GmbH

Anschrift:

IFUA-Projekt-GmbH
Milser Straße 37
33729 Bielefeld
Tel.: (0521) 977 10-0
Fax.: (0521) 977 10-20
info@ifua.de
www.ifua.de

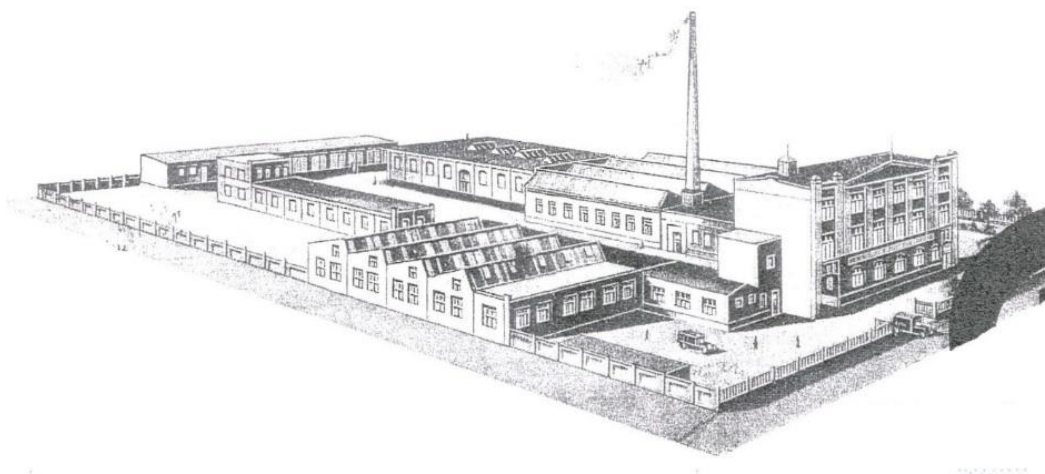
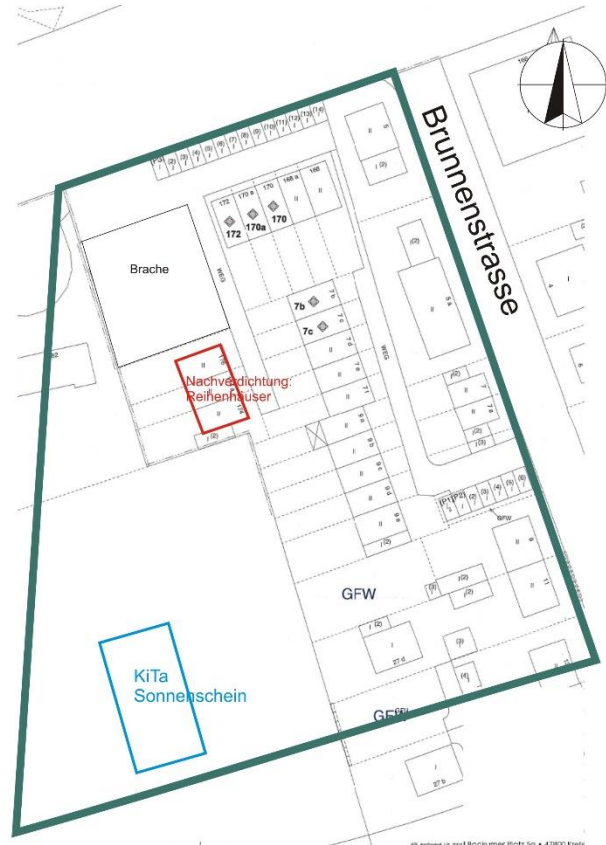
1. Verdachtsmomente - Erfassung

Im Zuge einer Nachverdichtung in Stadt XY sollten Wohngebäude errichtet werden. Zur gleichen Zeit wurden jedoch erhöhte Gehalte an LCKW im Grundwasser nordwestlich der Fläche bekannt, so dass die Planung der Bautätigkeiten unterbrochen wurde.

Zunächst wurde eine historische Recherche durchgeführt, um durch die Erhebung der ehemaligen Nutzungs- und Produktionsgegebenheiten potenzielle Kontaminationsmöglichkeiten zu erkennen und gezielt untersuchen zu können. Grundlage bildeten Akten sowie Lagepläne und Dokumente aus Bauanträgen, Genehmigungsverfahren, usw.

Zu den Zielen des ersten Arbeitsschrittes gehörte es:

- Anhaltspunkte für das Vorliegen einer Verdachtsfläche klarzustellen,
- die Lage und räumlicher Ausdehnung der Verdachtsfläche (nach Unterlagen und Ortsbesichtigung) zu ermitteln und
- alle weiteren, altlastenrelevanten Informationen zur Fläche zu sammeln und aufzubereiten.



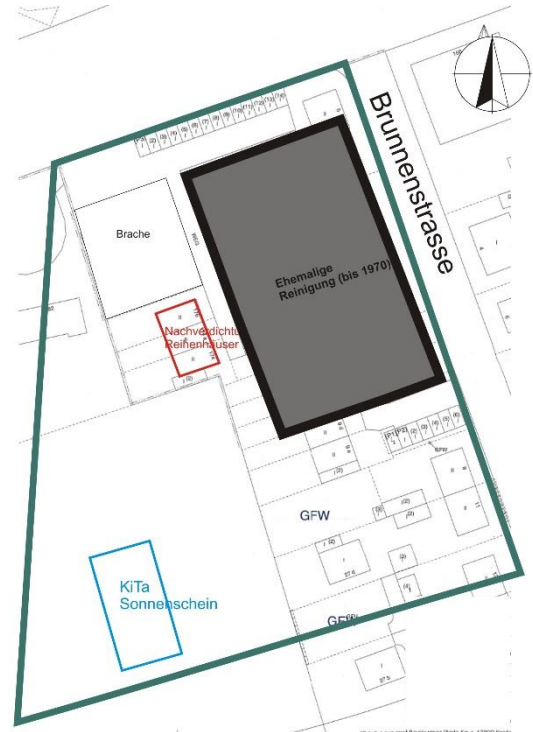
Standortbeschreibung

Die Recherchen ergaben, dass sich von Beginn des 20. Jahrhunderts bis ca. 1970 im Untersuchungsbereich ehemals eine chemische Großreinigung befand. Als Reinigungsmittel kamen unterschiedliche Stoffe zum Einsatz, die bedingt durch den früher üblichen Umgang mit derartigen Betriebsmitteln vermutlich in erheblichem Umfang in den Untergrund eingetragen wurden.

Nach Schließung des Standorts folgte ein offenbar unkontrollierter Abbruch der Gebäude und der Infrastruktureinrichtungen Anfang der 70er Jahre, bei dem es zu einem massiven Eintrag von Schweröl und weiteren Stoffen in den Untergrund gekommen sein muss.

Das Baumaterial der abgebrochenen Häuser und Hallen ist zumindest teilweise auf der ca. 3.200 m² großen Fläche im Untergrund verblieben und mit der Reihenhaussiedlung überbaut worden.

Die ersten Häuser waren 1977 bezugsfertig. Insgesamt befinden sich heute zahlreiche Einfamilienhäuser sowie eine Kindertagesstätte auf bzw. direkt angrenzend an das Gelände der ehemaligen chemischen Reinigung.



Chronologie des Standortes:

- Vor 1844: keine gewerbliche Nutzung
- ab 1892: bebaut
- 1900-1970: Betrieb der chemischen Reinigung
- 1950: Erweiterung / Neubau der chemischen Reinigung
- 1957: Errichtung eines Heizöltanks für Dampfkesselanlage (40 m³)
- 1962: Errichtung einer Ölheizungsanlage mit zwei Tanks à 1,5 m³
- 1966: Installation einer Dampfkesselanlage (Heizöltank 2,3 m³)
- 1972: Abbruch des Gebäudes
- 28.06.73: B-Plan rechtskräftig
- 1972: erster nicht realisierter Bauversuch
- 1976: 1. vereinfachte Änderung Bebauungsplan, Bauvoranfrage für heutige Bebauung
- 1977: Baugenehmigung für heutige Bebauung
- 1978/79: Schlussabnahmen der Gebäude

Im Rahmen der historischen Recherche wurde aufgrund der bekannten Vornutzung der Fläche folgendes Schadstoffpotenzial benannt:

- Lösemittel: Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW) und ihre Abbauprodukte
- Leichtes Heizöl (C9-C22) (Siedepunkt: 150 – 390 °C)
- Schweres Heizöl (C20-C70) (Siedepunkt: 300 - 700 C°)

Auf Basis dieser Auswertungen wurde das Untersuchungskonzept zur Beurteilung der möglichen Boden- und Grundwasserverunreinigungen entwickelt und mit der zuständigen Behörde abgestimmt.

2

Orientierende Untersuchung: Untersuchungskonzept

Das Konzept zur orientierenden Untersuchung sah vor, 11 Rammkernsondierungen zur Erkundung möglicher Bodenverunreinigungen in allen relevanten Bereichen jeweils bis zum organoleptischen Gutbefund bzw. bis zum oberen Grundwasserleiter abzuteufen.

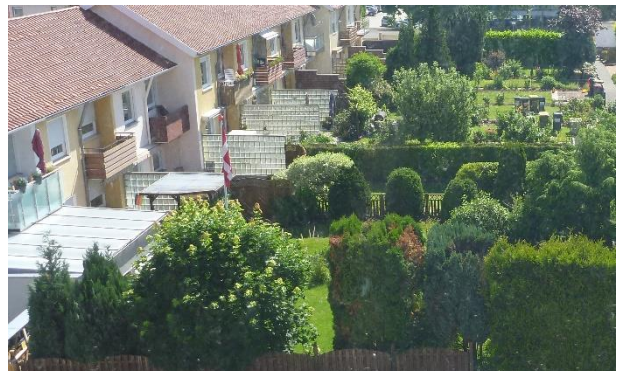
Am gewonnenen Bohrkern erfolgte eine Bodenansprache und Überprüfung nach organoleptischen Auffälligkeiten. Es wurden sowohl Feststoffproben wie Bodenluftproben entnommen.

Die Bohrungen wurden zu Bodenluftmessstellen (1 Zoll Durchmesser, Ausbau 1 m Voll, 2 m Filterrohr) für Wiederholungsmessungen ausgebaut und gegen atmosphärische Luft mit Ton und Zement abgedichtet.



Orientierende Untersuchung – Nutzung der Fläche

Die Fläche ist durch eine Einfamilien-/ Reihenhausbebauung gekennzeichnet. Die Reihenhäuser besitzen in der Regel einen unversiegelten, rückwärtig gelegenen Ziergarten. Die übrigen Bereiche sind entweder überbaut oder mit Terrassen bzw. Wegbefestigungen versiegelt.





Aufgrund der räumlichen Nähe einer KiTa mit anzunehmender sensibler Nutzung im Südwesten der Untersuchungsfläche wurde empfohlen, dort ebenfalls Sondierungen vorzusehen. Darüber hinaus wurde auch eine flächendeckende Beprobung des Oberbodens durch oberflächennahe Mischproben zur Betrachtung des Wirkungspfades Boden-Mensch empfohlen.

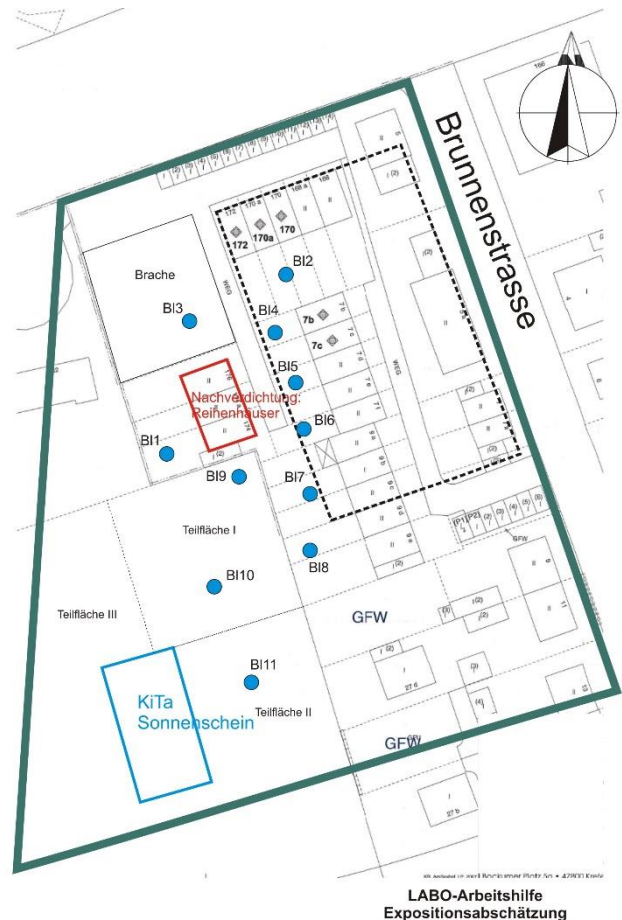
Orientierende Untersuchung – Probennahme und Analytik

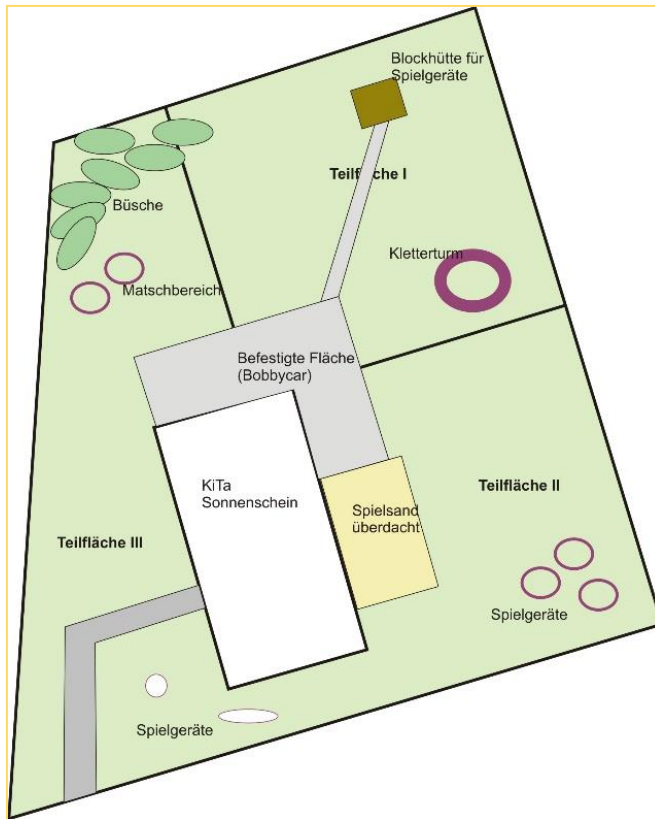
Insgesamt wurde an 11 mit der Fachbehörde abgestimmten und vor Ort festgelegten Bohrpunkten eine Sondierung bis zur Grundwasseroberfläche abgeteuft. Die Bohrtiefe schwankte zwischen 3 m und max. 8 m. Das gewonnene Bohrgut wurde zunächst organoleptisch beurteilt und in Augenschein genommen.

Die Feststoffprobenahme erfolgte je Meter bzw. nach Schichtwechsel oder nach Auffälligkeit. Aus den Proben sowie unter Zugrundelegung der vor Ort-Befunde wurden Feststoffproben, die die höchste organoleptische Auffälligkeit zeigten, zur Analytik ausgewählt. Im Falle keiner Auffälligkeit im gesamten Bohrprofil wurde eine Probe zum Nachweis untersucht.

Insgesamt wurden 11 Feststoffproben auf die Parameter Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) sowie LCKW, aufgrund geruchlicher Auffälligkeiten auch BTEX im Feststoff untersucht.

Aus den 8 Sondierungen, die zur Bodenluftmessstelle ausgebaut wurden, erfolgte die Bodenluftprobennahme in zwei Wiederholungsmessungen, im zeitlichen Abstand von 3 Monaten. Die Bodenluftproben wurden auf LCKW sowie BTEX untersucht.





Für den Bereich der KiTa wurden eine Nutzungskartierung durchgeführt und für die Probenahme insgesamt drei Teilflächen gebildet, so dass 6 Mischproben für die Entnahmebereiche 0-0,1 m und 0,1-0,35 m entnommen wurden.

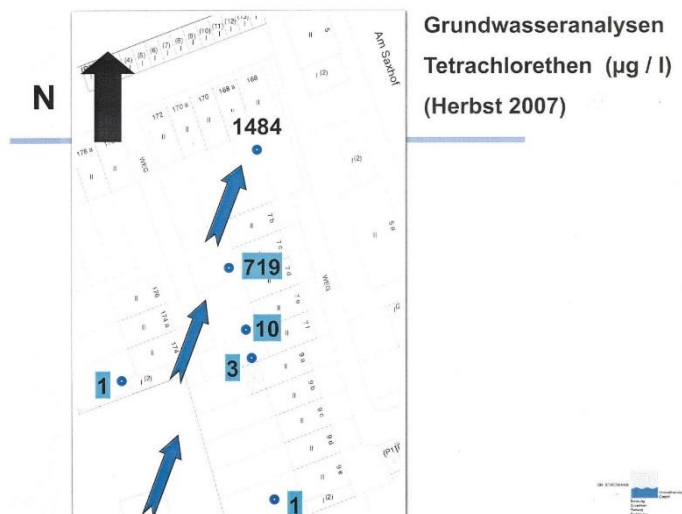
Die Proben wurden auf das Standardprogramm der Schwermetalle (sowie aufgrund von Hinweisen auch auf Kobalt) untersucht.

Orientierende Untersuchung: Geologie und Hydrogeologie

Im Bereich des Untersuchungsgebietes bestehen die vorhandenen Deckschichten (1 – 2 m) aus sandigen Schluffen, die als Lößlehm ausgeprägt sind.

Unterlagert werden diese Deckschichten von den hier weit verbreitet vorkommenden Mittelterrassenablagerungen des Rheins. Hierbei handelt es sich um kiesige Mittel- bis Grobsande. Die Schichtabfolge reicht etwas bis in ein Tiefenniveau von +5 mNN.

Die Terrassenablagerungen sind als gut durchlässige Grundwasserleiter einzustufen. Die Grundwasserfließrichtung ist nach Nordost gerichtet. Der Grundwasserflurabstand liegt bei mindestens 5 m.



Ergebnisse für den Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Mensch

Die Ergebnisse der laboranalytischen Untersuchungen zeigen, dass ein Schadensschwerpunkt im zentralen Bereich der Untersuchungsfläche in unmittelbarer Umgebung der ehemaligen Reinigung liegt.

Feststoff-Gesamtgehalte:

Es wurden maximale Schadstoffgehalte im Feststoff für MKW bis 56.000 mg/kg (BI4; 3,0-4,8 m Tiefe) analysiert. Es ist zu vermuten, dass diese Schadensbereiche durch den Austritt von Schweröl aus einem der ehemaligen Tanks begründet sind.

Im nördlichen und zentralen Bereich der ehemaligen Reinigung (BI2, BI3, BI4, BI5) wurde ein weiteres Schadenszentrum festgestellt. Als Hauptschadstoff wurde Tetrachlorethen (Max: 58 mg/kg) nachgewiesen. BTEX waren im Feststoff lediglich in zwei Feststoffproben (Sondierung 4 und 5) nachweisbar, mit Gehalten von 0,65 bzw. 0,22 mg/kg (Summe BTEX).

Die Messwerte werden den orientierenden Hinweisen für flüchtige Stoffe der LABO (2008) gegenübergestellt.

Tabelle 1: Ergebnisse der Sondierungen – Bodenfeststoff [mg/kg TM]

Sondierung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Orientierende Hinweise für flüchtige Stoffe Bodenfest Wohngebiete
Tiefe	0,9-1,5 m	1,6-2,4 m	1,5-2,3 m	3,0-4,8 m	1,7-2,5 m	0,9-1,7 m	0,9-1,6 m	1,0-1,8 m	0,9-1,6 m	0,7-1,6 m	0,8-1,7 m	
Benzol	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1
Toluol	<0,05	<0,05	<0,05	0,15	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	10
Ethylbenzol	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	3
Xylole	<0,05	<0,05	<0,05	0,37	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	10
Tetrachlorethen	0,5	49	51	58	39	3,5	11	1,8	11	1,2	0,5	1,5
Summe LCKW	0,5	50,13	51	59,25	40,18	4,04	11,93	1,89	11	1,35	0,5	---
Gefahrenverdacht für Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Mensch bestätigt												

Bodenluftkonzentrationen:

Die LCKW-Konzentrationen (Summe) in der Bodenluft werden dominiert durch die gemessenen Tetrachlorethen-Konzentrationen (PER), die ca. 95% Anteil an der Summe LCKW einnehmen.

Die gemessenen Bodenluftkonzentrationen variieren je nach Zeitpunkt der Probenahme. Die höchsten Konzentrationen wurden im Sommer erreicht und liegen bei maximal 19.000 mg/m³ (BI2).

Tabelle 2: Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen, 2. Messung [mg/m³]

Sondierung	1	2	3	4	7	9	10	11	Orientierende Hinweise für flüchtige Stoffe
Datum	19.6.08	19.6.08	19.6.08	19.6.08	19.6.08	19.6.08	19.6.08	19.6.08	
Wetter	bewölkt	bewölkt	bewölkt	bewölkt	Regen	Regen	Regen	Regen	Bodenluft Wohngebiete
Temperatur	21°C	21°C	21°C	21°C	20°C	20°C	20°C	20°C	
Entnahmetiefe	1-3 m	1-3 m	1-3 m	1-3 m	1-3 m	1-3 m	1-3 m	1-3 m	
Benzol	<0,007	<0,007	<0,007	0,02	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	
Toluol	<0,007	<0,007	<0,007	0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	1000
Ethylbenzol	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	200
Xylole	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	1000
Tetrachlorethen	79	19.000	1.200	8.500	320	120	72	1,9	70
Summe LCKW	80	19.212	1.208	8.537	321	121	72	2,0	---
Gefahrenverdacht für Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Mensch bestätigt									

Ergebnisse für den Wirkungspfad Boden-Mensch

Tabelle 3: Auswertung der Analytik-Ergebnisse Boden (< 2 mm) [mg/kg TM]

Teilfläche	I	I	II	II	III	III	Prüfwerte
Tiefe	0-0,1 m	0,1-0,35 m	0-0,1 m	0,1-0,35 m	0-0,1 m	0,1-0,35 m	Kinderspielflächen
Arsen	28	19	15	13	9	7	25
Blei	220	170	95	90	77	79	200
Cadmium	1,1	0,9	0,6	0,6	0,4	0,3	10
Chrom	35	30	28	29	31	36	200
Nickel	55	59	31	28	13	10	70
Kobalt ¹⁾	260	220	50	60	35	30	300
Quecksilber	0,5	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	10
BaP	0,49	0,4	0,48	0,3	0,3	0,35	2 / 0,5 ²⁾
Gefahrenverdacht für Wirkungspfad Boden-Mensch bestätigt							

¹⁾ Prüfwert nach MantelVO/BBodSchV

²⁾ PAK mit Benzo(a)pyren als Bezugssubstanz gemäß MantelVO / BBodSchV

Orientierende Untersuchung: Beurteilung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der wiederholten Bodenluftuntersuchungen zeigen eine hohe Belastung der Untersuchungsfläche mit Tetrachlorethen und bestätigen den Gefahrenverdacht. Da im Umfeld eine Nutzung durch Einfamilien- / Reihenhausbebauung vorliegt, sind Detailuntersuchungen für den Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Mensch erforderlich.

Auf der Fläche der KiTa (Sondierungen 9-11) wurde in zwei Sondierungen ebenfalls der Orientierungswert für Tetrachlorethen in der Bodenluft überschritten. Auch hier

werden Detailuntersuchungen für den Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Mensch erforderlich.

Auf der Fläche der KiTa liegen darüber hinaus Prüfwertüberschreitungen für Arsen und Blei für die Teilfläche I vor, so dass Detailuntersuchungen für den Wirkungspfad Boden-Mensch erforderlich werden.

3. Detailuntersuchung – Charakterisierung der Nutzung

Charakterisierung der Nutzung

Aufgrund der im Rahmen der orientierenden Untersuchung festgestellten Ergebnisse sind weitergehende Sachverhaltsermittlungen im Rahmen der Detailuntersuchung inkl. einer Expositionsabschätzung notwendig.

Im vorliegenden Fall sind folgende Szenarien und Wirkungspfade zu berücksichtigen:

Tabelle 4: Auswahl relevanten Szenarien und Wirkungspfade (vgl. Anhang 1: Checkliste)

	Wirkungspfad			
	Boden-Mensch (Direktpfad)	Boden-Bodenluft-Mensch	Boden-Nutzpflanze-Mensch	Boden-Futterpflanze-Nutztier-Mensch
Kinderspielfläche	X			
Wohngebiet	X	X		
Park- und Freizeitanlage	-			
Industrie- und Gewerbegrundstück	-	-		
Nutzgarten			-	-
Haus- und Kleingarten	-	-	-	-
Sport- und Bolzplatz	-			
X: relevant am Standort		-: nicht relevant am Standort		
dunkelgrau: nicht relevant;		hellgrau: nur bei entsprechender Bebauung im Umfeld relevant		

Das Schadstoffpotenzial lässt folgende Wirkungspfade und Aufnahmepfade relevant werden:

Tabelle 5: Beurteilungsbestimmende Aufnahmepfade für die relevanten Schadstoffe (vgl. Anhang 1, Checkliste)

		Aufnahmepfade			
		oral	inhalativ (Staub)	inhalativ (Gas)	dermal
Wirkungspfad	Boden-Mensch (Direktpfad)	Arsen Blei	-		-
	Boden-Bodenluft- Mensch			(LCKW) PER	
	Boden-Nutzpflanze-Mensch	-			
	<i>Boden-Futterpflanze-Nutztier-Mensch</i>	-			

Auf dem KiTa-Gelände ist der Wirkungspfad Boden-Mensch (Direktpfad) für die relevanten Parameter Arsen und Blei für den oralen Aufnahmeweg zu prüfen, sowie auch der Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Mensch bzgl. der inhalativen Aufnahme von Tetrachlorethen über die Innenraumluft des KiTa-Gebäudes.

Für die Nutzung der Reihenhausbebauung (Wohngebiet) ist der Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Mensch bzgl. der inhalativen Aufnahme von Tetrachlorethen über die Innenraumluft der Wohngebäude relevant.

Expositionsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Mensch
Prüfung der bodenabhängigen Expositionsbedingungen

Zur Überprüfung der bodenabhängigen Expositionsbedingungen für oral wirksame Schadstoffe wie Arsen und Blei kann die Untersuchung der Resorptionsverfügbarkeit nach DIN 19738 die Wirksamkeit der Schadstoffe nach Aufnahme über den Boden konkretisieren. Dies gilt für alle Szenarien, in denen Kinderspiel die bewertungsrelevante Nutzung darstellt.

Tabelle 6: Analytik-Ergebnisse der Resorptionsverfügbarkeitsuntersuchungen nach DIN 19738 (<2 mm) [mg/kg TM]

KiTa	Teilfläche I
Tiefe	0-0,1 m
Arsen (Gesamt) (OU)	28
Arsen (Gesamt) Wdh	31
Arsen RV Messung 1	12
Arsen RV Messung 2	11
Arsen RV Mittelwert	11,5
Resorptionsverfügbarkeit	37%
Abweichung vom Mittelwert	4,35%
Arsen Sediment Messung 1	18
Arsen Sediment Messung 2	19
Arsen Sediment Mittelwert	18,5
Wiederfindung	96,77%

KiTa	Teilfläche I
Tiefe	0-0,1 m
Blei (OU)	220
Blei (Gesamt) Wdh	210
Blei RV Messung 1	50
Blei RV Messung 2	60
Blei RV Mittelwert	55
Resorptionsverfügbarkeit	26,2%
Abweichung	9,09%
Blei Sediment Messung 1	170
Blei Sediment Messung 2	160
Blei Sediment Mittelwert	165
Wiederfindung	104,76%

Resorptionsverfügbarkeit – Beurteilungswerte BW_{RV}

Grundlage für die Beurteilungswerte für gemessene, resorptionsverfügbare Gehalte nach DIN 19738 (< 2 mm) bilden in der Regel die Prüfwerte der BBodSchV. Für Blei gilt aufgrund der Ableitungsmethodik eine Ausnahme.

Tabelle 7: Beurteilungswerte für die Resorptionsverfügbarkeit (RV) [mg/kg TM]

BW_{RV}	BW_{RV} Kinderspielflächen
Arsen	25
Blei	70

Die Beurteilungswerte werden für die sensibelste planungsrechtlich zulässige Nutzung als *Kinderspielfläche* für die untersuchten Parameter unterschritten. Für die Fläche einer KiTa sollte grundsätzlich das Szenario *Kinderspielfläche* als das sensibelste ausgewählt werden, außer es sind Teilflächen mit einer weniger intensiven Nutzung zu identifizieren (vgl. Nutzungskartierung).

Expositionsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Mensch

Prüfung der aktuellen nutzungsabhängigen Expositionsbedingungen

Anlässlich der Probennahme wurden für die Fläche eine Fotodokumentation sowie eine Nutzungskartierung erstellt.



Zur Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Mensch (Direktpfad) für die Fläche der KiTa Sonnenschein wurden keine weiteren Schritte zur Expositionsabschätzung erforderlich. Als aktuelle wie auch als sensibelste planungsrechtlich zulässige Nutzung wurde das Szenario *Kinderspielfläche* zugrunde gelegt.

Die Prüfung des Wirkungspfades Boden-Bodenluft-Mensch hinsichtlich der leichtflüchtigen Schadstoffe (LCKW) wird dort beschrieben.

4 Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Mensch (Direktpfad)

Durch Prüfung der bodenabhängigen Expositionsbedingungen konnte der Gefahrenverdacht für die Fläche der KiTa Sonnenschein für die sensibelste planungsrechtlich zulässige Nutzung (Kinderspiel) für den Wirkungspfad Boden-Mensch insoweit ausgeräumt werden.

Expositionsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Mensch

Prüfung der bodenabhängigen Expositionsbedingungen



Der Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Mensch ist aufgrund des Vorkommens leichtflüchtiger Schadstoffe dann relevant, wenn auf der Untersuchungsfläche Gebäude vorhanden sind, in denen sich Menschen aufhalten.

Im vorliegenden Fall betrifft dies zum einen den Bereich der Reihenhausbebauung, und zum anderen das Gebäude der KiTa, in dem sich während der Betreuungszeiten Kinder und Er-

wachsene (Betreuende) aufhalten.

Darüber hinaus gibt es aus der vorliegenden Nutzungskartierung des KiTa-Geländes Hinweise auf eine Gartenhütte, in der Spielgeräte



aufbewahrt werden.



Bodenluftuntersuchungen wurden bereits im Rahmen der orientierenden Untersuchung durchgeführt. Hieraus wurde erkennbar, dass im Bereich der Reihenhausbebauung die höchsten Bodenluftgehalte in 1-3 m Tiefe gemessen wurden. Alle Messstellen in dem Bereich zeigten in Wiederholungsmessungen deutliche (z.T. 100-fache und mehr) Überschreitungen der Orientierenden Hinweise für Tetrachlorethen in der Bodenluft.

Auf der Fläche der KiTa waren an der Messstelle 9 (in der Nähe der Gartenhütte) sowie an der Messstelle 10 ebenfalls Überschreitungen der Orientierenden Hinweise für Tetrachlorethen in der Bodenluft festzustellen. Lediglich an der Messstelle 11 (in der Nähe des KiTa-Gebäudes) wurden die Orientierenden Hinweise für Tetrachlorethen in der Bodenluft deutlich unterschritten.

In der Konsequenz resultiert daraus die Forderung, Raumlufuntersuchungen sowohl in den Reihenhäusern (vornehmlich zunächst der Keller) sowie in der Gartenhütte, sowie vorsorglich auch im Gebäude der KiTa im Keller durchzuführen und die Nutzung sowie den Zustand der Gebäude zu erheben.

Expositionsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Mensch

Prüfung der aktuellen nutzungsabhängigen Expositionsbedingungen

Bereich der Reihenhausbebauung:

Aus Bauunterlagen sowie Befragungen der Bewohner geht hervor, dass alle Häuser im Untersuchungsbereich zwischen 1977 und 1979 errichtet wurden.

Die Gebäude wurden in Kooperation mit der Gesundheitsbehörde begangen sowie deren Nutzung und Zustand dokumentiert. Die Gebäudeaufteilung der Häuser erwies sich als identisch. Alle Gebäude sind unterkellert. Die Kellerräume weisen sehr hohe Deckenhöhen auf und sind über eine Wendeltreppe mit den Räumen im Erdgeschoss verbunden. Eine Tür zum Verschließen der Kellerräume gegen das Erdgeschoss fehlt. Von allen Kellern ist der rückwärtige Garten über eine Außentreppe erreichbar.



Die Nutzung der Kellerräume ist unterschiedlich und reicht von Hobbyräumen über Büroräume bis hin zu Nasszellen, Kellerbar und Lagerräumen.

KiTa Sonnenschein - Hauptgebäude:

Die KiTa wurde erst 2004 errichtet und das Gebäude ist in einem guten Zustand. Im Zuge einer Begehung wurde ein Begehungsprotokoll angefertigt, das alle wichtigen Informationen zur Nutzung enthält.

Das Gebäude ist eingeschossig und unterkellert. Im Keller befinden sich Lagerräume sowie ein Bastelraum. Der Keller ist durch eine Treppe zu erreichen und durch eine Tür vom Erdgeschoss abgeschlossen.



Der Bastelraum wird regelmäßig (1-2 mal pro Woche) für ca. 3-4 Stunden am Tag genutzt (Winter häufiger als Sommer). Die Kinder in der KiTa sind im Alter von 3 bis 6 Jahren. Die KiTa hat 2 Wochen im Jahr geschlossen, ansonsten werden die Kinder 5 Tage die Woche, bis zu 8 Stunden pro Tag in der Einrichtung betreut.

KiTa Sonnenschein - Gartenhütte:

Die Gartenhütte hat einen Holzboden und ist rundum abgeschlossen. Die Hütte wird dann geöffnet, wenn Spielgeräte entnommen werden sollen. Kinder halten sich üblicherweise nicht in der Hütte auf, es ist jedoch nicht auszuschließen.



Expositionsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Mensch

Innenraumlufmessungen

In allen Kellerräumen wurden Innenraumlufmessungen durchgeführt. In Wiederholungsmessungen wurden ergänzend in den Fällen, in denen im Keller erhöhte Konzentrationen Tetrachlorethen >100 µg/m³ nachgewiesen wurden, auch Räume im Erdgeschoss untersucht. Zum Vergleich wurden Aktiv- und Passivmessungen durchgeführt.

Tabelle 8: Ergebnisse der Innenraumlufmessungen– Passivsammler, 7 Tage [µg/m³]

Gebäude	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	KiTa	Gartenhütte
Lage	Keller															EG
Datum 19.11.2007																
PER (TCE)			140	420	450	77	56									
Σ LCKW			141	421	455	81	57									
Datum 26.02.2008 (Wiederholungsmessung)																
PER (TCE)	330	300	79	220	230	46	86	<10	<10	<10	83	<10	36	<10	<10	76
Σ LCKW	344	302	79	221	232	46	87	<10	<10	<10	89	<10	37	<10	<10	77
Datum 15.07.2008 (Wiederholungsmessung)																
PER (TCE)	180	290	210	160	390						12				<10	70
Σ LCKW	196	305	210	160	394						13				<10	71

Beurteilungswerte für Innenraumluf

Für Tetrachlorethen wurden 2017 vom AIR (Ausschuss für Innenraumrichtwerte) des UBA Richtwerte I und II abgeleitet.

Tabelle 9: Innenraumluf-Richtwerte vom AIR (2017) [µg/m³]

Parameter	Richtwerte I	Richtwerte II
Tetrachlorethen	100	1.000

Im vorliegenden Fall wird der Richtwert I in fünf der untersuchten Gebäude wiederholt überschritten.

Der Richtwert I (RW I) wird definiert als die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluf, bei der im Rahmen einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Erkenntnisstand auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Eine Überschreitung ist mit einer über das übliche Maß hinausgehenden, hygienisch unerwünschten Belastung verbunden.

Im Zuge von Bodenlufbewertungen (vgl. ZEDDEL 2002) wurden vormals Stützwerte für Innenraumlufkonzentrationen von 70 µg/m³ abgeleitet. Diese wurden bei Betrachtung der Innenraumluf 2008 herangezogen. Im vorliegenden Fall werden diese Stützwerte in neun Gebäuden überschritten, darunter auch im Gartenhaus der KiTa.

Zum Vergleich:

Die Hintergrundgehalte der Innenraumluft für Tetrachlorethen werden mit $< 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeschätzt. Auffälligkeitsschwellenwerte beginnen bereits ab Luftkonzentrationen von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (AGÖF 2013).

Beurteilung des Wirkungspfad es Boden-Bodenluft-Mensch

Bereich der Reihenhausbebauung:

Innenraumluftuntersuchungen haben den bestehenden Gefahrenverdacht hinsichtlich Tetrachlorethen in der Mehrzahl der untersuchten Reihenhäuser nicht ausräumen können. Für die sensibelste planungsrechtlich zulässige Nutzung (Wohnbebauung) wird aus bodenschutzrechtlicher Sicht eine Gefahr im Bereich der Häuser 1 bis 5 festgestellt. Dies gilt auch für die aktuelle Nutzung, da in allen untersuchten Kellerräumen eine wohnähnliche Nutzung nicht generell ausgeschlossen werden kann. Hier werden Maßnahmen zur Reduktion der Innenraumluftbelastung erforderlich.

Unter dem Gesichtspunkt der Verhältnismäßigkeit sind nach IRK-UBA (2007) im Konzentrationsbereich zwischen **RW I und RW II in der Innenraumluft** zunächst keine baulichen oder sonstigen quellenbezogenen Veränderungen vorzunehmen, sondern es ist vor allem verstärkt zu lüften und einzelfallbezogen verstärkt zu reinigen. Wenn jedoch trotz nachweisbar intensiveren Lüftens eine Kontrollmessung nach einer gewissen Zeit (in der Regel nach einem Monat) keine erkennbare Verbesserung der Luftqualität anzeigt und der Richtwert I nach wie vor überschritten wird, sind in einem zweiten Schritt auch für Konzentrationen im Bereich zwischen RW I und RW II weitergehende, gegebenenfalls auch bauliche Maßnahmen zu empfehlen, da eine über einen längeren Zeitraum (> 12 Monate) erhöhte Belastung aus Gründen der Vorsorge nicht akzeptabel ist.

Im Bereich der Gebäude 1 bis 5 sind zumindest auffällige Innenraumluftkonzentrationen gemessen worden, die in Abstimmung mit der Gesundheitsbehörde vorsorglich Handlungsempfehlungen hinsichtlich des Nutzungs- und Lüftungsverhaltens sowie Maßnahmen zur Minderung der potenziellen Schadstoffaufnahme nach sich ziehen sollten.

KiTa Sonnenschein - Hauptgebäude:

Die Innenraumluftuntersuchungen haben keine Auffälligkeiten hinsichtlich Tetrachlorethenkonzentrationen in den Kellerräumen des KiTa-Gebäudes erkennen lassen. Hier wurde der Gefahrenverdacht im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Bodenluft-Mensch für die sensibelste planungsrechtlich zulässige Nutzung ausgeräumt.

KiTa Sonnenschein - Gartenhütte:

Die Raumluftuntersuchungen in der Gartenhütte der KiTa haben auffällige Tetrachlorethenkonzentrationen unterhalb des Richtwertes I ergeben. Aufgrund der Nutzung der Hütte (sporadisch und nur kurz für die Entnahme von Geräten) sollten hier in Abstimmung mit der Gesundheitsbehörde vorsorglich Handlungsempfehlungen hinsichtlich des Nutzungs- und Lüftungsverhaltens der Gartenhütte ausgesprochen werden.

Verwendete Quellen

- ARBEITSGEMEINSCHAFT ÖKOLOGISCHER FORSCHUNGSINSTITUTE (AGÖF) (2013): AGÖF-Orientierungswerte für flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft. Online: https://www.agoef.de/fileadmin/user_upload/dokumente/orientierungswerte/AGOEF-VOC-Orientierungswerte-2013-11-28.pdf
- Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) (2017): Richtwerte für Tetrachlorethen in der Innenraumluft Mitteilung des Ausschusses für Innenraumrichtwerte. Bundesgesundheitsbl 60, S. 1305–1315. Online: file:///H:/P-2017/217057/Material/AIR_2017_tetrachlorethen.pdf
- BBodSchG (1998): Bundes-Bodenschutzgesetz; Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten. BGBl, I G 5702 Nr. 6 vom 24.03.98, S.502-510
- BBodSchV (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. BGBl I 1999, 1554
- IRK-UBA (UMWELTBUNDESAMT) (2007): Beurteilung von Innenraumluftkonzentrationen mittels Referenz- und Richtwerten. Handreichung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumluftthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden. Bundesgesundheitsblatt, (50), S.990-1005.
- LABO (BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ) (2008): Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug. Stand: 01.09.2008; online: http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/LABO_Pruefwertvorschlaege.pdf
- LABO (BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ) (2017): Bewertung von Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) bezüglich des Wirkungspfadens Boden-Mensch bei einer potentiellen Belastung über Boden, Bodenluft und Innenraumluft Eine LABO-Hilfestellung für den Vollzug beschlossen auf der 52. LABO-Sitzung am 13. September 2017 in Öhningen Ständiger Ausschuss „Altlasten“ (ALA). Online: https://www.labo-deutschland.de/documents/LABO_MKW-Bewertung_2017_12.pdf
- ZEDDEL, A.; MACHTOLF, M.; BARKOWSKI, D. (2002): Leichtflüchtige Schadstoffe im Boden - orientierende Hinweise zur Bewertung von Stoffkonzentrationen in der Bodenluft beim Wirkungspfad Boden-Innenraumluft - Mensch für Wohngebiete. Altlasten Spektrum, Heft 2, S. 78-88