

Die Stellung der Bodenluft in der Altlastenbearbeitung in Bayern

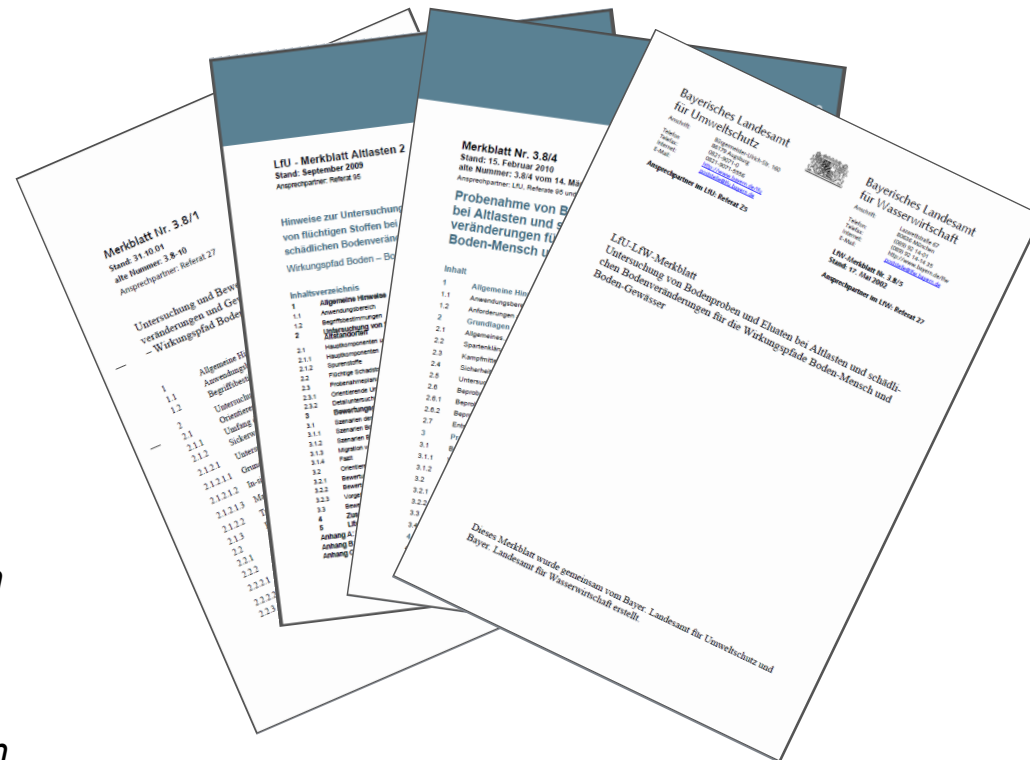
Dr. Andreas Hofmann

Bayerisches Landesamt für Umwelt

Referat 96: Altlasten und schädliche
Bodenveränderungen

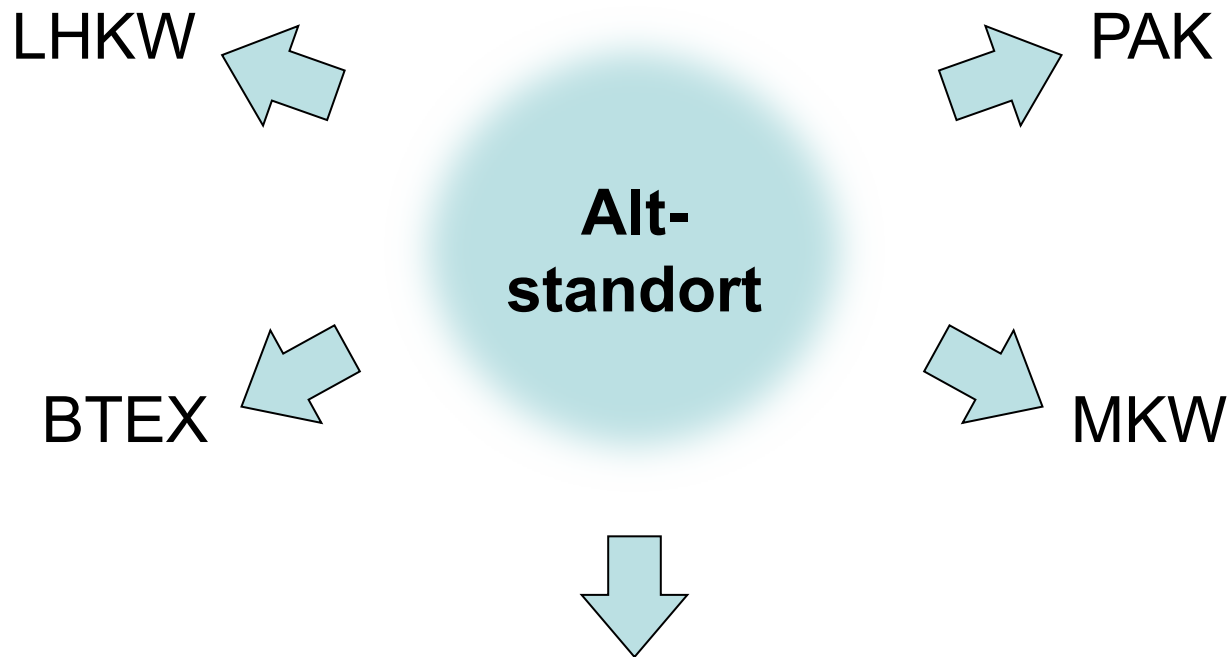
Bayerische Arbeitshilfen mit Bezug zur Bodenluft

- **Merkblatt Altlasten 3.8/1**
*Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen
Wirkungspfad Boden – Gewässer*
- **Merkblatt Altlasten 2**
*Hinweise zur Untersuchung und Bewertung von flüchtigen Stoffen bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen
Wirkungspfad Boden – Bodenluft – Mensch*
- **Merkblatt Nr. 3.8/4**
Probennahme von Boden und Bodenluft bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen für die Wirkungspfade Boden – Mensch und Boden – Gewässer
- **Merkblatt Nr. 3.8/5**
Untersuchung von Bodenproben und Eluaten bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen für die Wirkungspfade Boden – Mensch und Boden – Gewässer



<http://www.stmuv.bayern.de/umwelt/boden/vollzug/altlasten.htm>

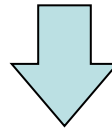
Flüchtige Schadstoffe bei Altstandorten



weitere flüchtige Schadstoffe abhängig von der früheren Nutzung des Standortes (Hinweise aus historischer Erkundung)

Verunreinigungen in der Bodenluft aus Altablagerungen

mikrobieller Abbau von Siedlungsabfällen



Deponiegas

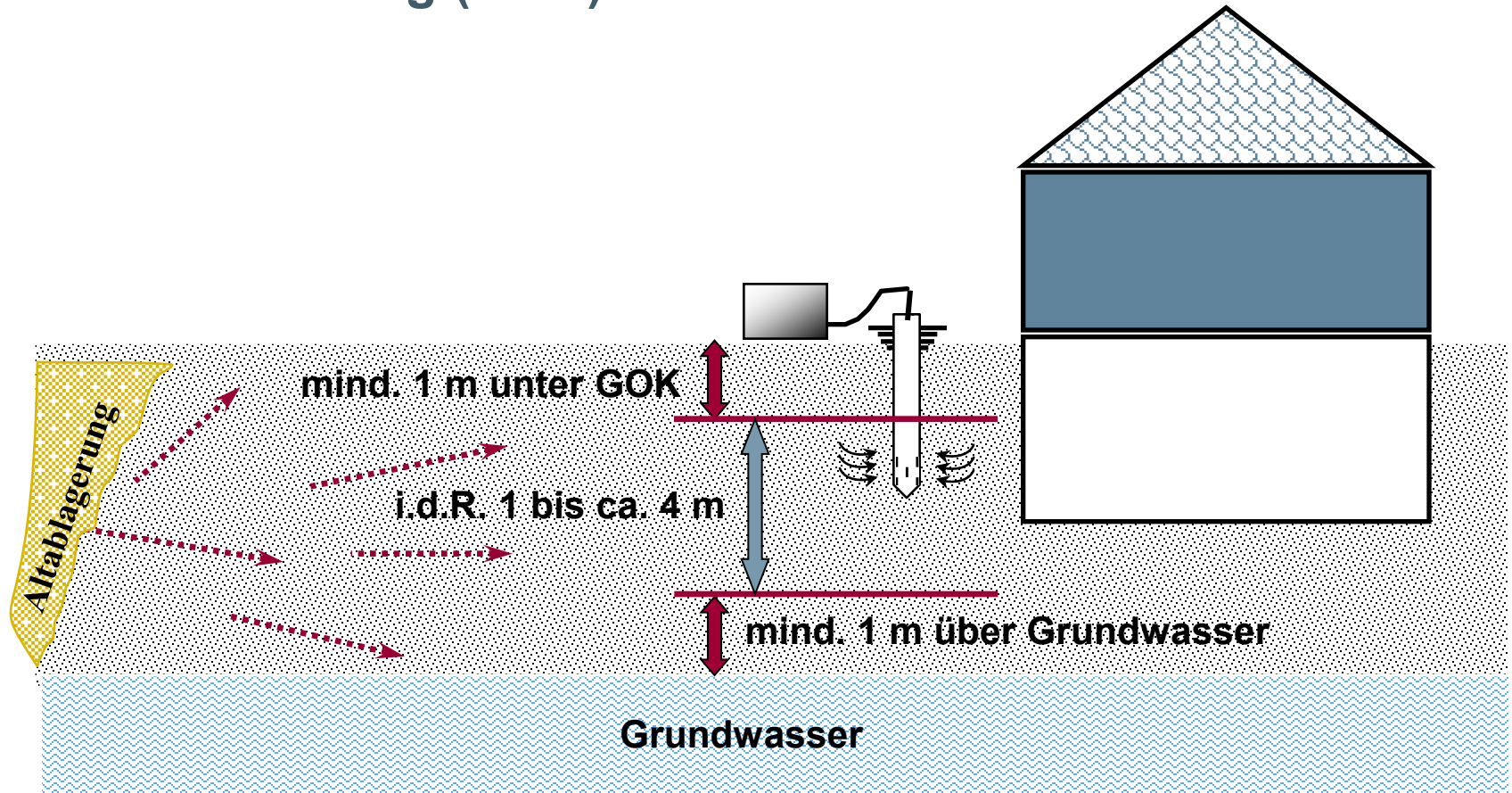
Hauptkomponenten

- Methan (bis zu 80%)
(untere Explosionsgrenze: 5% Methan)
- CO₂ (bis zu 60%)
- Stickstoff, Sauerstoff

Spurenstoffe

- **BTEX**
- **LCKW, insbes. VC**
- **FCKW**
- Alkane, Aldehyde
- in Einzelfällen: Ammoniak, Arsin, Arsan, Phosphin, H₂S, ...

Bodenluftmessung (3.8/4)

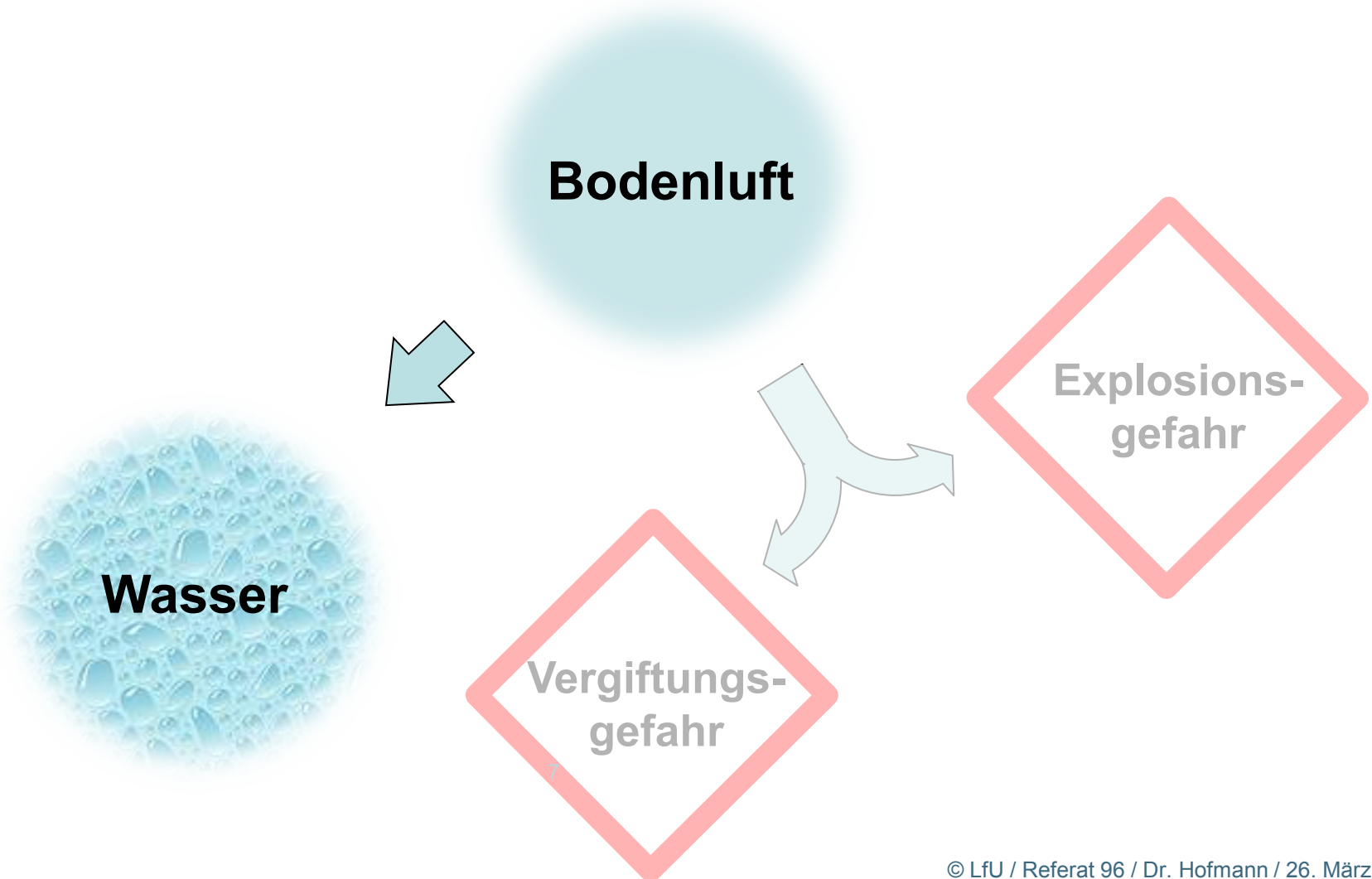


Messung

- gemessene Schadstoffgehalte von Bodenluft hängen ab von:
 - Jahreszeitlichen (Temperatur-)Schwankungen
 - meteorologische Schwankungen (Niederschlag, Luftdruck)
 - Bodenfeuchte
 - Bodenart
 - Boden
 - Entnahmeverfahren
- entnommene Bodenluft nur für begrenzten zeitlichen und räumlichen Bereich repräsentativ

Einzelwerte sind für eine Bewertung i.d.R. ungeeignet

Bodenluft bei Altlasten: Wirkungspfad Boden - Gewässer



Hilfswerte für die Beurteilung der Bodenluftmessung (3.8/1)

Merkblatt 3.8/1, Kapitel 1.2 Begriffsbestimmungen

Hilfswerte (Hilfswerte 1 und Hilfswerte 2)

- Für die Bewertung analytisch-chemischer Befunde von Boden- und Bodenluftuntersuchungen bildet ein zweistufiges Wertesystem die Grundlage (Tab. 1 Anhang 3). Die Hilfswerte für Boden und Bodenluft dienen zur **Emissionsabschätzung** und damit zur **Sickerwasserprognose**. Sie werden als **Entscheidungshilfe für die Gefährdungsabschätzung** herangezogen. Bei einigen anorganischen Stoffen haben die Hilfswerte 2 vor allem eine analysensteuernde Funktion für weitergehende Untersuchungen. Anders als bei den Prüf- und Stufenwerten kann die Überschreitung von Hilfswerten **keine unmittelbare Grundlage für die Anordnung von Untersuchungen oder Maßnahmen** sein.

Hilfswerte für die Beurteilung der Bodenluftmessung (3.8/1)

Organische Leitparameter	Einheit	Hilfswert 1	Hilfswert 2
LHKW	mg/m ³	5	50
- LHKW, karzinogen	mg/m ³	1	5
BTEX	mg/m ³	10	100
- Benzol als Einzelstoff	mg/m ³	2	10

Bodenluftkonzentration (BTEX, LCKW) < Hilfswert 1

→ keine Gefahr einer erheblichen Grundwasserverunreinigung

Bodenluftkonzentration (BTEX, LCKW) > Hilfswert 1

→ Prüfwertüberschreitung im Sickerwasser am Ort der Probennahme

→ Transportprognose

Bodenluftkonzentration (BTEX, LCKW) > Hilfswert 2

→ Stufe-2-Wert Überschreitung im Sickerwasser am Ort der Probennahme

→ Transportprognose

Hilfswerte für die Beurteilung der Bodenluftmessung (3.8/1)

Organische Leitparameter	Einheit	Hilfswert 1	Hilfswert 2
LHKW	mg/m ³	5	50
- LHKW, karzinogen	mg/m ³	1	5
BTEX	mg/m ³	10	100
- Benzol als Einzelstoff	mg/m ³	2	10

Bodenluftkonzentration (FKW, FCKW) < Hilfswert 1

→ keine Gefahr einer erheblichen Grundwasserverunreinigung

Bodenluftkonzentration (FKW, FCKW) > Hilfswert 1

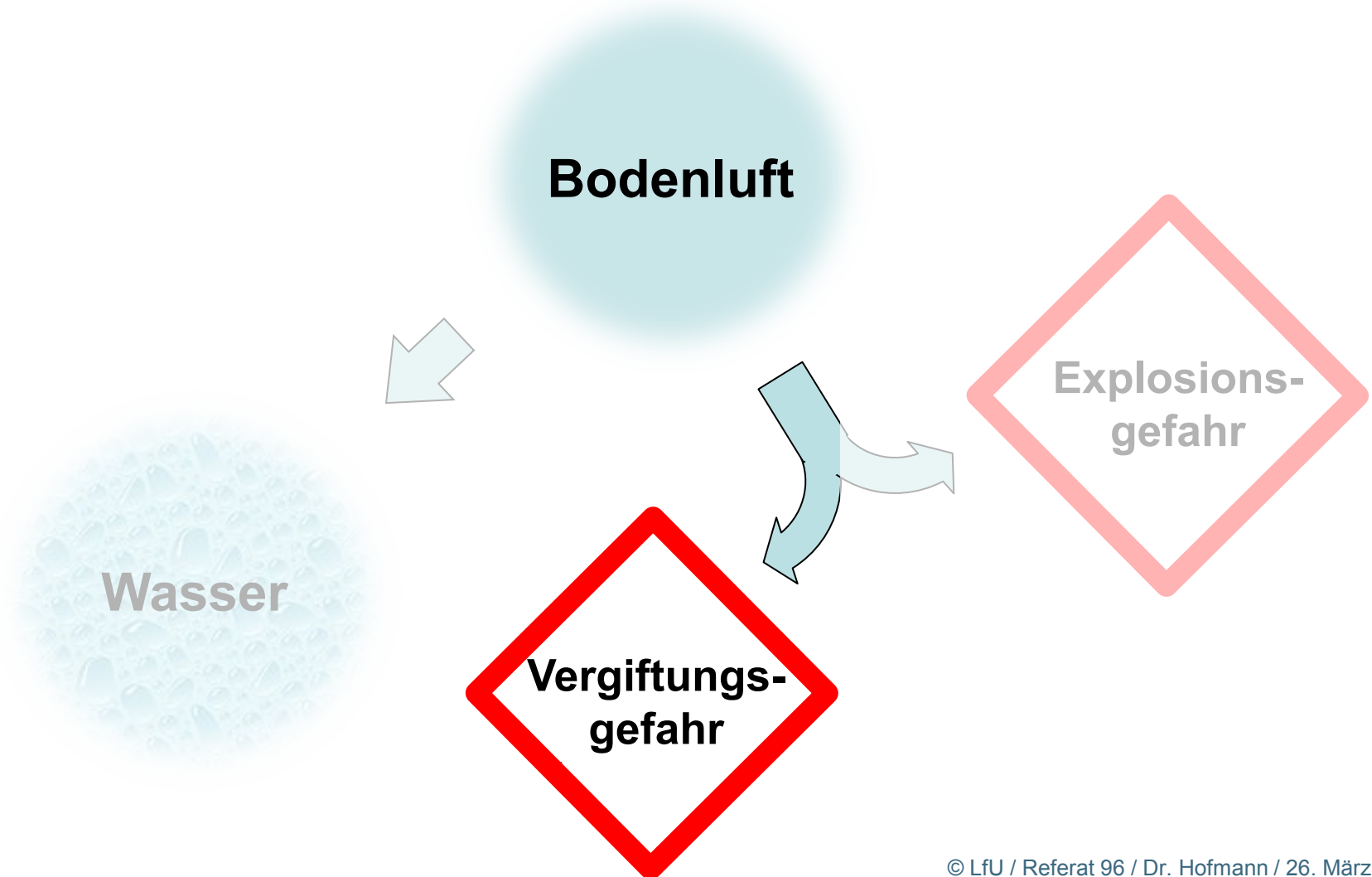
→Eingrenzung von Belastungszonen

→**keine** Bestätigung des hinreichenden Verdachts

→**keine** Entscheidung über Art und Umfang von Maßnahmen

→weitere Angaben (z.B. Grund- oder Sickerwasseruntersuchung) nötig

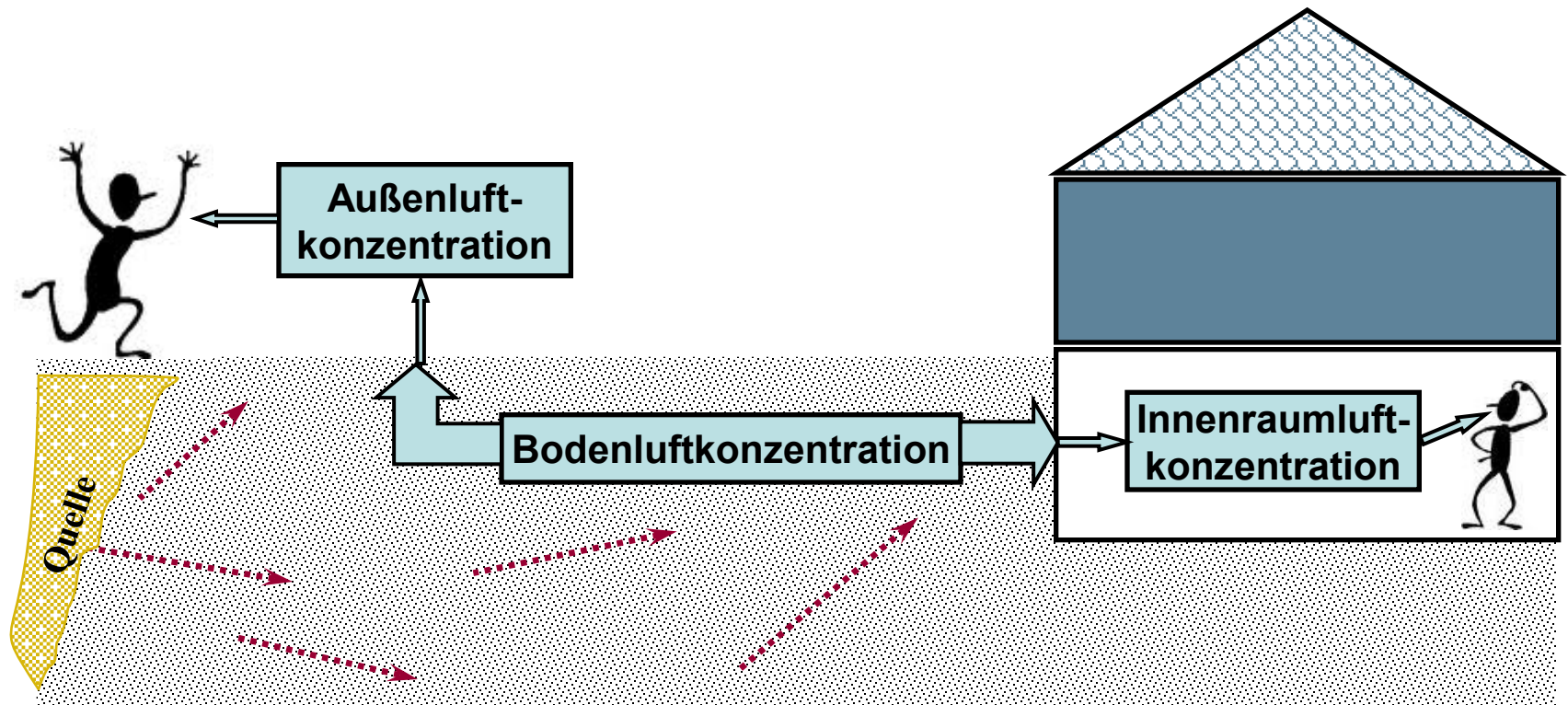
Bodenluft bei Altlasten: Wirkungspfad Boden – Bodenluft – Mensch



Bewertung für tox. Bodenluftbestandteile

Von der Quelle zum Schutzgut - primäre Wirkungspfade

- Boden – Bodenluft – Atmosphärenluft (bodennahe Außenluft) – Mensch
- Boden – Bodenluft – Innenraumluft – Mensch



Transfer- bzw. Verdünnungsfaktor

- Szenario Bodenluft – bodennahe Außenluft:
 - Transferfaktor **1:10.000**
 - in der Regel gesundheitlich nicht relevant
- Szenario Bodenluft – Innenraumluft
- Verdünnungsfaktoren für unterschiedliche Szenarien: 25 bis 5.000
 - Abschätzung des Schadstofftransfers in die Innenraumluft ist unsicher
 - Transferfaktor von **1:1.000** ist hinreichend konservativ*
 - kann in sehr ungünstigen Fällen niedriger liegen
 - kann auch deutlich höher liegen

$$\text{angenommene Innenraumluftkonz.} = \frac{\text{gem. Bodenluftkonz.}}{1.000}$$

*nach LABO „Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten - Informationsblatt für den Vollzug“, 2008

Ableitung von gefahrenbezogenen "Hinweiswerten" *

- Annahmen für Wohngebiete:
 - Kleinkinder: Körpergewicht 10 kg; Atemrate 7 m³/d
 - stoffspezifischer "gefahrenverknüpfender Faktor" $F_{(Gef)} = \text{ca. } 5 - 10$
 - Transferfaktor $TF_{BR} = 1.000$
- Formeln für nicht kanzerogene Wirkung:

$$\text{Bodenluft Hinweiswerte} = \frac{\text{TRD} * (F_{(Gef)} - 0,8) * \text{Körpergewicht} * TF_{BR}}{\text{Atemrate} * \text{Resorption}}$$

[mg/m³]

TRD = Tolerable Resorbierte Dosis (mg/d*kg KG)

*nach LABO „Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten - Informationsblatt für den Vollzug“, 2008

Obergrenzen für Bodenluftkonzentrationen

- Empfehlung der **Innenraumluf-Kommission** (IRK) des UBA sowie des Ausschusses für Umwelthygiene der AGLMB:
 - Summe der flüchtigen, organischen Verbindungen soll stoffunabhängig eine Innenraumluftkonzentration von 200-300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreiten.
- entspricht 200 – 300 mg/m^3 in der Bodenluft bei Transferfaktor 1.000
- entspricht 1.000 – 1.500 mg/m^3 in der Bodenluft bei Anwendung eines "gefahrenverknüpfenden" Faktors von 5
- **1.000 mg/m^3** wurde als **Obergrenze für Hinweiswerte** in der Bodenluft festgelegt. → Hinweis auf massive Verunreinigungen

*nach LABO „Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten - Informationsblatt für den Vollzug“, 2008

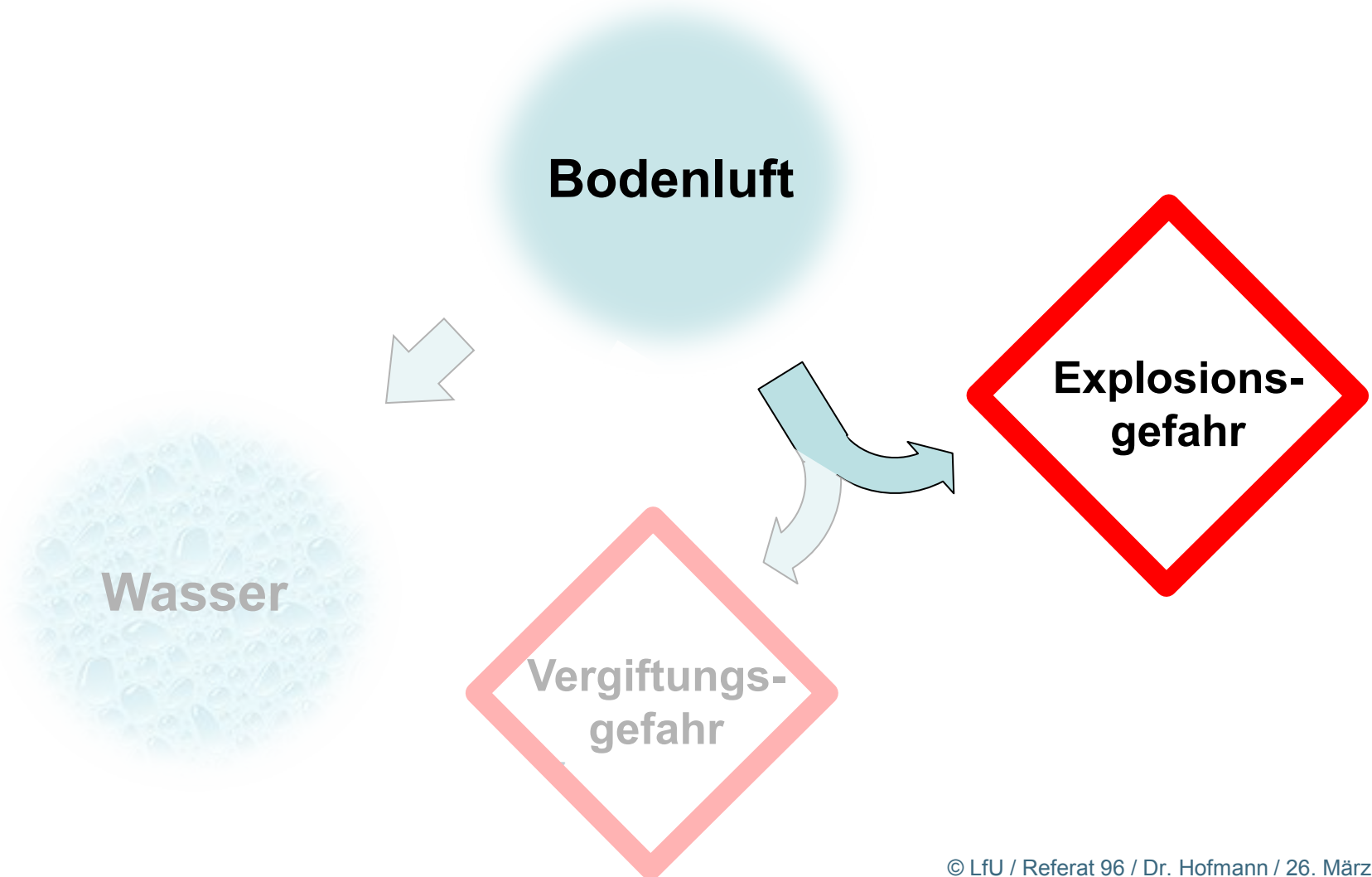
Orientierende Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft nach LABO (ausgewählte Werte)

Stoffe	[mg/m ³]	Bemerkung
Acetophenon	1.000	Kappungsgrenze*; toxikologische Ableitung: 20.000 mg/m ³ ggf. sind geruchliche Belästigungen möglich: Geruchsschwelle: 0,041 mg/m ³ → entspr. 10-100 mg/m ³ in der Bodenluft
Benzol	10	
Chlorbenzol	1.000	Kappungsgrenze*; toxikologische Ableitung: 1.500 mg/m ³ ggf. sind geruchliche Belästigungen möglich: Geruchsschwelle: 0,025 mg/m ³ → entspr. 10-100 mg/m ³ in der Bodenluft
Chloroform	2	
Ethylbenzol	200	
Nitrobenzol	1	
Styrol	100	ggf. sind geruchliche Belästigungen möglich: Geruchsschwelle: 0,09 mg/m ³ → entspr. 30-300 mg/m ³ in der Bodenluft
Trichlorethen (TRI)	20	
Vinylchlorid (VC)	4	

Bei der Bewertung eines möglichen Übergangs von Schadstoffen der Bodenluft in die Raumluft ist zu beachten, dass die gemessenen Werte und die verwendeten Faktoren nur Größenordnungen darstellen können.

*nach LABO „Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten - Informationsblatt für den Vollzug“, 2008

Bodenluft bei Altlasten: Wirkungspfad Boden – Bodenluft – Mensch



Bewertung von Deponiegas

- **Spurenstoffe**
→ Bewertung anhand der „Orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft“
- **Methan**
(Explosionsgefahr bei 4,4 – 16,5% CH₄)

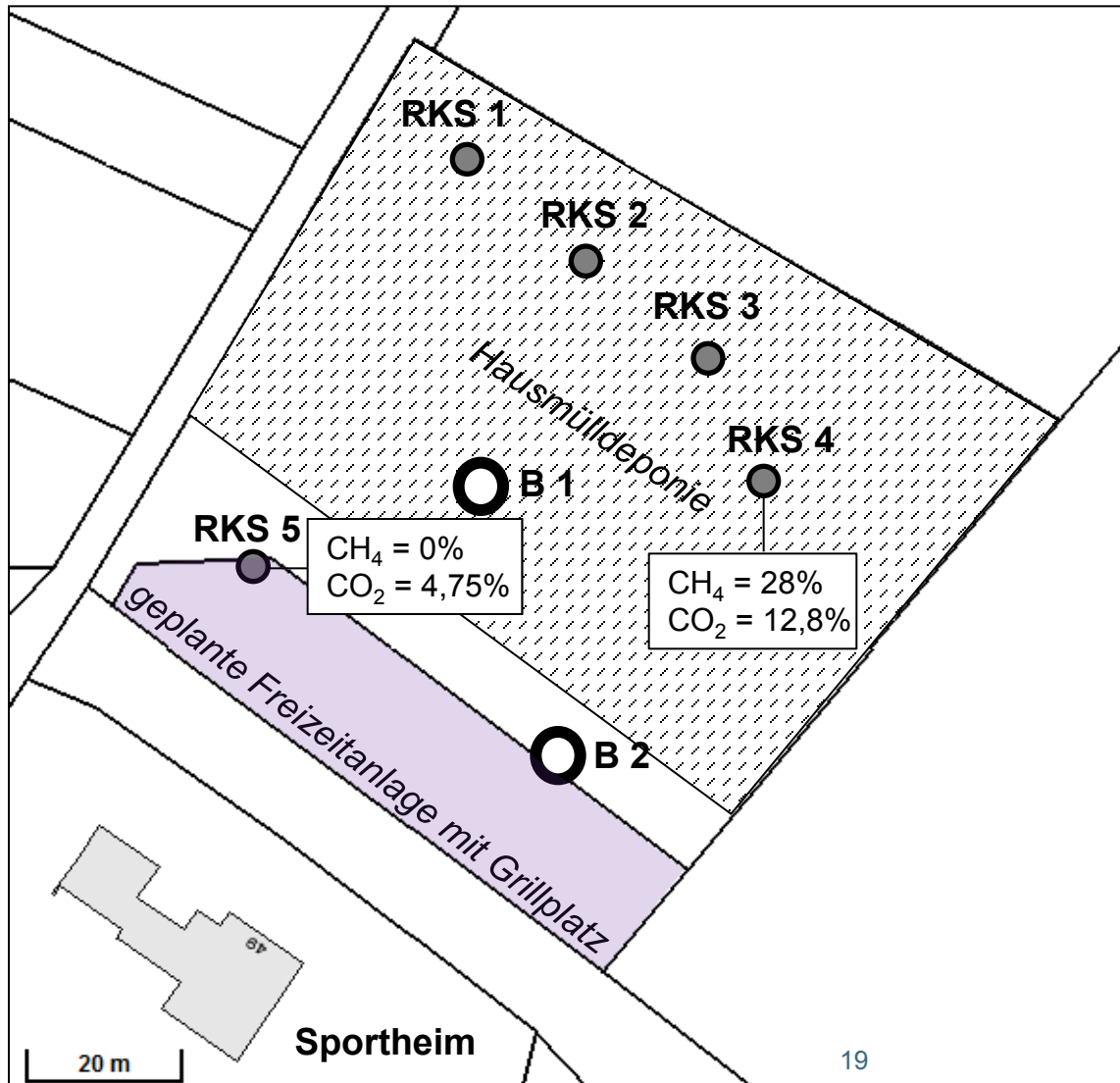
[CH₄] < 1 Vol.-%

→ keine Gefährdung

[CH₄] > 1 Vol.-% (gebäudenah):

→ Überprüfung der Innenraumlufte durch Raumlufte messung im Rahmen der Detailuntersuchung

Beispiel: Geplante Bebauung einer Altablagierung



- 1945 bis 1977
gemeindeeigene Deponie
- Bauschutt, Gartenabfälle,
Hausmüll
- Kubatur ca. 5000 m³
- Auffüllmächtigkeit ca. 6-7 m
- 1987 teilweise rekultiviert

Neubau Freizeitanlage geplant:
Beurteilung Pfad Boden-
Bodenluft-Mensch

- In Bezug auf zukünftige
Nutzung als Grillplatz
- In Bezug auf bestehende
Nutzungen im Umfeld
(Sportheim)

FID-Begehung

- Kein Methannachweis (N.N.) für die gesamte Oberflächefläche
 - Lediglich zwei geringe Nachweise (22 ppm, 31 ppm) in Schächten
- ➔ Gefahrenverdacht für Nutzung als Freizeitanlage mit Grillplatz ausgeräumt
- Empfehlungen aus Vorsorgegründen:
 - Gasfallen vermeiden
 - Feuerstelle nicht direkt auf dem Boden
 - Schächte funkendicht verschließen

Verhalten von flüchtigen Schadstoffen im Boden (Altlasten 2)

- Transport in Bodenluft durch Advektion und Diffusion
- weitreichender Transport (hunderte Meter) entlang von Kanälen
- Anreicherung/Transport unter Bodenversiegelungen (z.B. Parkplatz)
- Transport mit Grundwasser; Ausgasung aus einer Schadstofffahne kann sich auf große Flächen auswirken
- Migration in Gebäude durch Spalten, Risse, Durchführungen von Versorgungsleitungen
- **Faustformel: maximale Entfernung von der Altablagerungsgrenze, ab der in der Bodenluft die untere Explosionsgrenze von Methan-Luftgemischen unterschritten wird:**

$$D = 10 * h$$

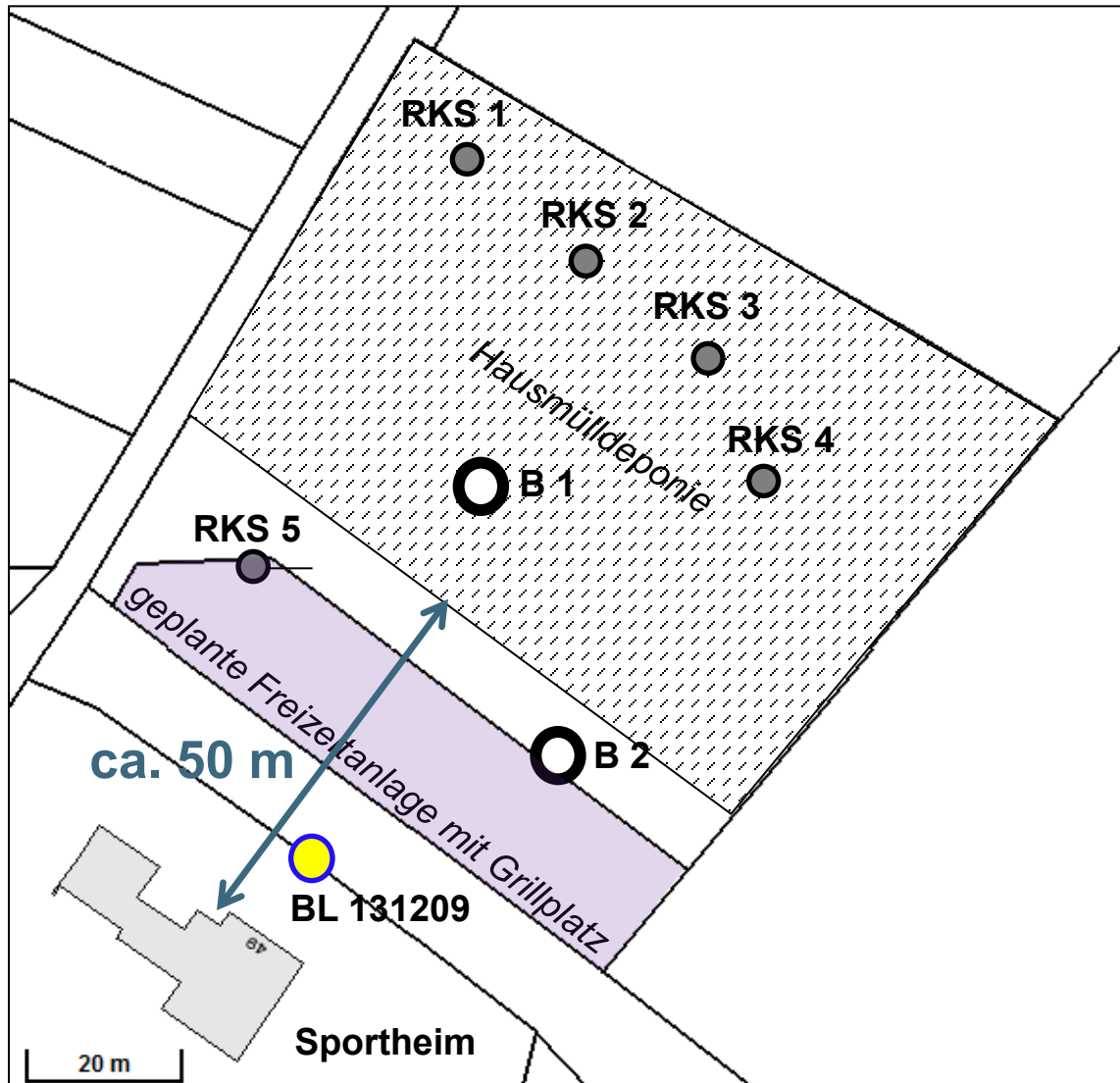
D: Reichweite der Migration in m

h: Ablagerungsmächtigkeit des Hausmülls oberhalb des GW-Spiegels

- max. Ablagerungsmächtigkeit im konkreten Fall: 7 m

➔ max. Reichweite der Migration = 70 m

Mögliche Gefährdung durch Deponiegasmigration



- Gefährdung des Sportheims durch Deponiegasmigration kann nicht ausgeschlossen werden
- Ist das Sportheim unterkellert?
→ Ja!
→ weitere Untersuchung nötig
- Zur Bewertung ist Messung in der Nähe des Gebäudes bevorzugt
- Bodenluftmessung „BL 131209“:
O₂ : 17,3 Vol.-%
CO₂ : 2,9 Vol.-%
CH₄ : 0,18 Vol.-%

→ **Keine Gefährdung**

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**