



„Erfahrungs- und Meinungs austausch Risikobewertung“ Vollzugs- und Praxiserfahrungen aus Sicht der LABO / ALA / des Landes Schleswig-Holstein

- Veröffentlichungen der LABO
→ Hinweise zur Bewertung von Schadstoffen in der Bodenluft
- Praktische Erfahrungen bei der Ableitung weitere Prüfwerte
- Maßnahmenwerte
→ PCDD-Maßnahmenwerte in der Detailuntersuchung
- (Boden-Grundwasser)

Dr. Andreas Zeddel, LLUR Schleswig-Holstein
Abt. Geologie und Boden / Dezernat Altlasten
Obmann des ALA-Gesprächskreises "Schadstoffbewertung "



LABO

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz

Landesamt für
Landwirtschaft, Umwelt
und ländliche Räume
Schleswig-Holstein



Startseite
Willkommen

www.labo-deutschland.de/Veroeffentlichungen.html

Veröffentlichungen

Altlasten und schädliche Bodenveränderungen

- [Positionspapier der LABO "Berücksichtigung der natürlichen Schadstoffminderung bei der Altlastenbearbeitung" \(Stand 10.12.2009\)](#) (PDF | 615 kb)
- [Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei Detailuntersuchungen Stand 10/2006 mit redaktionellen Anpassungen \(Stand 12/2008\)](#) (PDF | 5.921 kb)
...Bestandteil dieser Arbeitshilfe ist das Berechnungsinstrument ALTEX-1D, mit dem Sickerwasserprognoseberechnungen durchgeführt...werden können. ...
- [Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen](#) (PDF | 755 kb)
- [Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen \(LABO Juli 2003\)](#) (PDF | 602 kb)
- [Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten - Informationsblatt für den Vollzug \(Stand: 1. September 2008\)](#) (PDF | 136 kb)
- [Maßnahmenkonzept zur verschmutzungsarmen Nutzpflanzenerte \(2007\)](#) (PDF | 983 kb)

Probenahme, Analytik, Akkreditierung

- [Fachmodul Boden - und Altlasten - Notifizierung und Kompetenznachweis von Untersuchungsstellen im bodenschutzrechtlich geregelten Umweltbereich \(LABO August 2012\)](#) (PDF | 231 kb)
- [Arbeitshilfe für die Qualitätssicherung bei der Altlastenbearbeitung \(LABO 2002\)](#) (PDF | 2.295 kb)

Auswahl (ohne Hinweise)

Wirkungspfad
Boden-Grundwasser



Wirkungspfad
Boden-Mensch

DAS zentrale Hilfsmittel: „PBA“



Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten‘

Loseblattsammlung des Umweltbundesamtes
Grundwerk Okt. 1999, 4. Lfg. April 2007

mit ergänzenden Ableitungsmethoden und Hinweiswerten

Teil 1 Methoden und Maßstäbe ... (Bundesanzeiger)

Teil 2 **Ergänzende Ableitungsmethoden** und –
maßstäbe bei weiteren Stoffen

Teil 2a - Flüchtige Stoffe

Teil 2b - Sprengstofftypische Verbindungen

Teil 2c - Kampfstoffe

Teil 3 Stoffbezogene Berechnungen der Prüfwerte
(Boden-Mensch) der BBodSchV

Teil 4 Stoffbezogene Berechnungen als **orientierende
Hinweise auf Prüfwerte** für nicht in der
BBodSchV ... geregelten Stoffe‘

Teil 5 **Behelfsmäßige Boden-Orientierungswerte**
für die Einzelfallprüfung bei **Rüstungsaltlasten -
Kampfstoffe und deren Abbauprodukte**



Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten Informationsblatt für den Vollzug

Inhaltsübersicht:

n= (soweit Werte ableitbar waren)

- (12) 1. Prüfwert -Vorschläge für nichtflüchtige Stoffe
- (19) 2. Orientierende Hinweise für flüchtige Stoffe – Bodenfeststoffwerte
- (8) 3. Behelfsmäßige Bodenorientierungswerte für **Explosivstoffe**
und deren Abbauprodukte
- (8) 4. Behelfsmäßige Bodenorientierungswerte für **chemische Kampfstoffe**
und deren Abbauprodukte
- (27) 5. Orientierende Hinweise für flüchtige Stoffe – Bewertungshinweise für
Schadstoffkonzentrationen in der Bodenluft bezüglich einer Anreicherung
in der Innenraumluft (Szenario „Wohngebiete“)
6. Hinweise zur Bestimmung der Schadstoffe im Bodenmaterial

(fast) 1:1

„implizit“ 1:1

Bezug nehmend auf die
Loseblattsammlung
,Berechnung von
Prüfwerten zur
Bewertung von
Altlasten‘ (PBA)

[www.labo-
deutschland.de
/documents/34 Infoblatt
Altlasten 01092008
e69 34f.pdf](http://www.labo-deutschland.de/documents/34%20Infoblatt%20Altlasten%2001092008%20e69%2034f.pdf)



Nutzungsszenario Wohngebiet

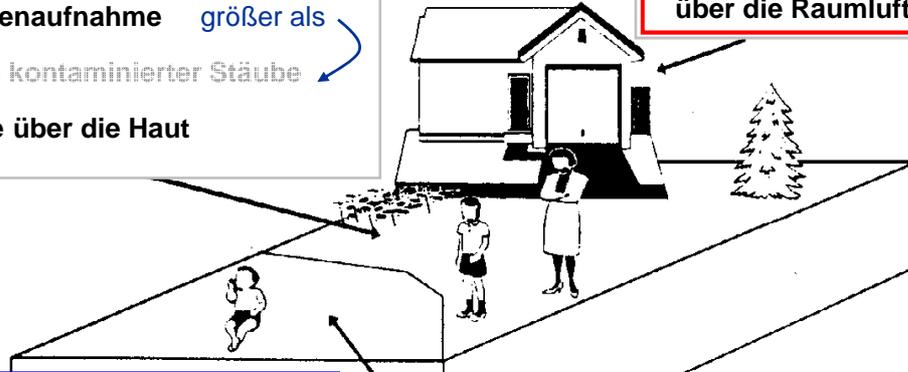
Expositionsszenario Wohngebiet / Garten

- orale Bodenaufnahme *größer als*
- Inhalation kontaminierter Stäube
- Aufnahme über die Haut

Expositionsszenario

Wohngebäude

- direkte inhalative Schadstoffaufnahme über die Raumluft



Konventionen nach BBodSchV / M+M:

- ⇒ Kinder: 10 kg Körpergewicht
- ⇒ 0,5 g Bodenaufnahme pro Tag
- ⇒ Alter von 1 bis 8 Jahren
- ⇒ Nutzungsfrequenz von 240 Tagen im Jahr

Expositionsszenario Kinderspielfläche

- orale Bodenaufnahme
- Inhalation kontaminierter Stäube
- Aufnahme über die Haut

Grundlage für die Ableitung von Prüfwerten: z.B. Beispielfragen für § 18 Sachverständige



Prüfungsfragen – Sachgebiet Pfad Boden-Mensch

A - Präsenzwissen (ca. 30 min)

Für A sind keine Hilfsmittel zugelassen – erst nach Abgabe des Bogens ‚Präsenzwissen‘ werden die Klausurfragen (K) übergeben (Zeit für A+K 120 min.)

- Der Prüfwert (Wirkungspfad Boden-Mensch) für Cyanide ist für die Nutzungen „Kinderspielfläche“, „Wohngebiete“ und „Park- und Freizeitfläche“ identisch. Welche Erklärung gibt es dafür?

2 Punkte

...

- Erläutern Sie folgende Formel aus Kapitel 2.4 – Expositionsannahmen im Rahmen der Ableitung von Prüfwerten - der ‚Bekanntmachungen über Methoden und Maßstäbe für die Ableitung von Prüf- und Maßnahmenwerten nach Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)‘, Bundesanzeiger vom 18. Juni 1999 mit den mit 1-4 bezeichneten Komponenten und beschreiben Sie, im Zusammenhang mit welcher Nutzung der Prüfwert anzuwenden ist:

4 Punkte

$$\text{Prüfwert [mg/kg]} = \frac{\text{Zugeführte Dosis} \left[\frac{\text{ng}}{\text{kg} \cdot \text{d}} \right] * (F_{(\text{Gef})} - 0,8)}{33 \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{d}}}$$

Diagram showing callouts 1, 2, 3, and 4 pointing to parts of the formula:

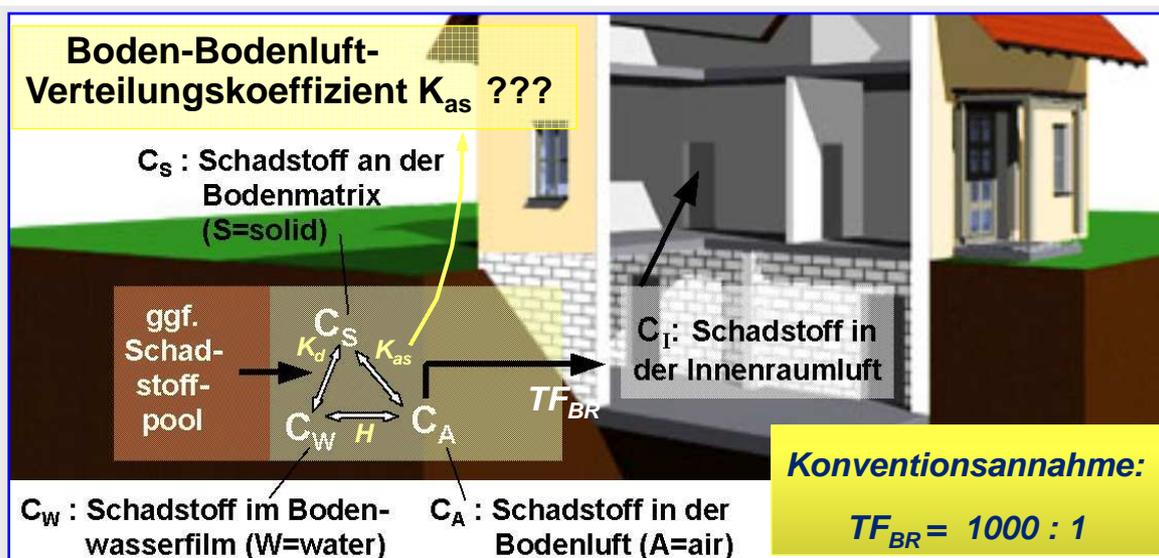
- 1 points to the numerator term: $\text{Zugeführte Dosis} \left[\frac{\text{ng}}{\text{kg} \cdot \text{d}} \right]$
- 2 points to the subtraction term: $(F_{(\text{Gef})} - 0,8)$
- 3 points to the denominator term: $33 \frac{\text{mg}}{\text{kg} \cdot \text{d}}$
- 4 points to the entire fraction.

Plausibilitätsprüfung / Maßnahmen...

- Wahl des Prüfwertes aus dem niedrigsten Ergebnis ...
- Kommt die Berechnung für beide Pfade zu gleichen Konzentrationen ..., ... niedrigerer Prüfwert ...
- Abgleich mit Hintergrundgehalten
- Abgleich mit Belastungen durch Aufnahme über die Haut.
- Abgleich mit akuten Wirkungen
- Abgleich mit Geruchsschwellenkonzentrationen
- Abgleich mit Daten zur kanzerogenen Potenz minderer Qualität.
- Vergleich mit ... Humanbiomonitoring
- Prüfung der Abstufung zwischen den Nutzungen

Expositionsszenario für flüchtige Stoffe

B.



Der Bodenadsorptionskoeffizient K_d ist, wenn keine verwertbaren experimentellen Bestimmungen vorliegen, aus K_{oc} - dem (theoretischen) Adsorptionskoeffizienten an reinem Kohlenstoff - ableitbar (wofür Werte vorliegen). f_{oc} (%OC) wurde bei der Berechnung für B- und C-Horizonte pauschal mit 1% org. Kohlenstoff abgeschätzt.

$$K_{as} = \frac{C_s}{C_A} = \frac{K_d}{H} = \frac{K_{oc} \cdot f_{oc}}{H}$$

Henry-Konstante

Variabilität des Transferfaktors wegen der uneinheitlichen Emission in Gebäude hinein ?



Folie für den Fall von vertieftem Interesse am Konventionsfaktor 1000:1

Neben dem diffusen Massenstrom auf Grund eines Konzentrationsgradienten (quasistationär) sind konvektive (variable!) Transporte zu berücksichtigen:

z.B. Druckverteilung in Räumen infolge unterschiedlicher Temperaturen

(T_a : Außentemperatur;
 T_i : Innentemperatur;
 m_k : konvektiver Massenstrom)

oder Druckverteilung in Räumen infolge von (frontalem) Windangriff

(p_{Stau} : Staudruck;
 m_k : konvektiver Massenstrom)

aber auch Luftdruckänderungen können zu einem vermehrten Eindringen von Bodenluft in Gebäude führen.

Kopie aus K.Seeger (1998): Ableitung von Orientierungswerten für flüchtige organische Substanzen in der Bodenluft zur Beurteilung von Altlasten, Hessische Landesanstalt für Umweltschutz (142 Seiten)

9

Bodenluft - Transferfaktor TF_{BR}

Bodenluft - Raumluft

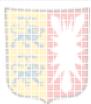
Bei der Wahl eines allgemeinen Transferfaktors ist zu berücksichtigen, dass eine Verdünnung von Bodenluft in Gebäude hinein niemals zeitlich konstant ist und Situationen, die den ungünstigsten Fall beschreiben nicht über längere Zeiträume zu unterstellen sind.

Folie für den Fall von vertieftem Interesse am Konventionsfaktor 1000:1

Daher ist es gerechtfertigt, bei einem Spektrum von Verdünnungsfaktoren zwischen 25:1 und über 1.000.000:1 mit einem Faktor von

100:1 (focon) / 200:1 (IFUA) oder
1000:1 (FoBiG)

auch für defekte Kellerwände eine ausreichend konservative Randbedingungen für die Ableitung von Orientierungswerten zu verwenden.





Berechnungsformel für die inhalative Schadstoffaufnahme über die Raumluft für nicht-karzinogene Wirkung - Prüfwert für Wohngebiete / Industriegebiete

Formel 10 / 12:

$$\text{Prüfwert [mg/kg]} = \frac{\text{TRD} * (F_{(Gef)} - \text{Hintergrund}) * \text{Körpergewicht} * \text{Gewichtungsf. Z} * TF_{BR}}{\text{Atemvolumen} * \text{Resorption} * K_{as}}$$

Stützkonzentration Innenraum

Stützkonzentration Bodenluft

Folie für den Fall von vertieftem Interesse an der Ableitung der „orientierenden Hinweise für flüchtige Stoffe“ in der Bodenluft

$$\frac{\text{TRD [mg/kg]} * (F_{(Gef)} - 0,8) * 70 \text{ kg} * 4,85}{20 \text{ m}^3 * \text{Resorption} * \frac{1000}{K_{as}}}$$

- Gefahrenbezogene Körperdosis (z.B. TRD) = nach Kap. 2.3.2
- $F_{(Gef)}$: Gefahrenfaktor = nach Kap. 2.3.2
- Gewichtungsfaktor Z: für Industriegebiete, Verhältnis Aufenthaltszeit zum Zeithorizont des TRD-Wertes
- TF_{BR} : Transferfaktor Bodenluft-Raumluft (1000:1)
- K_{as} : Boden-Bodenluftverteilungskoeffizient (bei 1% organisch C)

z. B. aus PBA: „Prüfwerte“ für PER und Toluol



Tetrachlorethen H 892

12 Plausibilitätsprüfung

Aus den obigen Berechnungen resultieren (gerundet) folgende Werte für Tetrachlorethen:

Kinderspielflächen	1300 mg/kg	orale Aufnahme
Wohngebiet	4,5 bzw. 6 mg/kg (für karzinogene bzw. nichtkarzinogene Effekte)	
Park- und Freizeittflächen	6500 mg/kg	
Industrie- und Gewerbeflächen	70 mg/kg (nichtkarzinogene Effekte) bzw. 50 bzw. 100 mg/kg (bei 40 bzw. 20 Jahren Exposition bei Betrachtung kanzerogener Effekte)	

Für die Szenarien Kinderspielflächen und Park- und Freizeittflächen werden Bodenwerte erhalten, die so hoch sind, dass sie als Prüfwerte nicht praktikabel sind.

... es folgen weitere Überlegungen zur Bedeutung kanzerogener Wirkungen bei Tetrachlorethen ...

Da ein Prüfwert für Kinderspielflächen, der höher ist als für Wohngebiete, wegen der Verknüpfung beider Szenarien nicht sinnvoll ist, wird auch für Kinderspielflächen der für Wohngebiete errechnete Wert ausgewiesen.

Für Park- und Freizeittflächen kann kein Prüfwert angegeben werden.

Nutzung	Prüfwert
Kinderspielflächen	1,5 mg/kg
Wohngebiet	1,5 mg/kg
Park- und Freizeittflächen	-
Industrie- und Gewerbeflächen	25 mg/kg

[mg/kg TM Boden]

Toluol H 916

12 Plausibilitätsprüfung

Aus den obigen Berechnungen resultieren folgende Ergebnisse für Toluol:

Kinderspielflächen	56 g/kg	orale Aufnahme
Wohngebiet	10 mg/kg	inhalative Aufnahme
Park- und Freizeittflächen	280 g/kg	orale Aufnahme
Industrie- und Gewerbeflächen	120 mg/kg	inhalative Aufnahme

Für die Szenarien Kinderspielflächen und Park- und Freizeittflächen werden Bodenwerte erhalten, die so hoch sind, dass sie als Prüfwerte nicht praktikabel sind.

... es folgen weitere Überlegungen zu Hintergrundgehalten u.a. Grenz- und Richtwerten bei Toluol ...

Da ein Prüfwert für Kinderspielflächen, der höher ist als für Wohngebiete, wegen der Verknüpfung beider Szenarien nicht sinnvoll ist, wird auch für Kinderspielflächen der für Wohngebiete errechnete Wert ausgewiesen.

Für Park- und Freizeittflächen kann kein Prüfwert angegeben werden.

Nutzung	Prüfwert
Kinderspielflächen	10 mg/kg
Wohngebiet	10 mg/kg
Park- und Freizeittflächen	-
Industrie- und Gewerbeflächen	120 mg/kg

Diskussion der Länderfachbehörden zur Ausweisung von ‚Bodenluft-Hinweiswerten‘



- **Konsens, dass die Ausweisung hilfreich und fachlich vertretbar ist.**
- **Der Transferfaktor von 1000:1 wird als Konvention entsprechend den stoffbezogenen Berechnungen des UBA übernommen.**
Mit dem deutlichen Hinweis der Einzelfallbewertung (z.B. alte Gebäude).
- **Rundungen erfolgen bei 3-stelligen Zahlenwerten auf volle / halbe Hunderter, bei 2-stelligen Zahlen auf volle bzw. halbe Zehner.**
- **Kappungsgrenze von 1000 mg/m³ – diese orientiert sich auch an umweltmedizinischen Zielen für die Summe flüchtiger organischer Verbindungen - toxikologisch berechnete Hinweiswerte werden auch (in Klammer) aufgeführt.**
- **Geruchsschwellen werden NICHT mehr in die Ableitung einbezogen**

Auf die Möglichkeit der Überschreitung von Geruchsschwellen im Innenraum, unter Berücksichtigung eines passenden Transferfaktors wird jedoch hingewiesen. **!! Geruchsschwellen aus der Literatur schwanken beträchtlich !!**
→ **Notwendigkeit der Ermittlung aktueller Daten**

Wegen klimatisch variabler Transferfaktoren TF_{BR} wird für den Hinweis auf geruchliche Belästigungen ein Bereich mit TF_{BR} von 300:1 - 3000:1 verwendet.

Bewertung flüchtiger Stoffe in der Bodenmatrix



Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO)

Tabelle 2: **Orientierende Hinweise für flüchtige Stoffe** (stoffbezogene Berechnungen) bei Untersuchungen des Bodenteststoffes

	Stoffe	Chemical Abstracts Services-Nr.	Orientierende Hinweise für flüchtige Stoffe im Feststoff in [mg/kg TM]	
			Wohngebiete	Industrie- u. Gewerbegrundstücke
17.	Benzin	8006-61-9	- ⁶⁾	- ⁶⁾
18.	Benzol	71-43-2	0,1 ⁷⁾	0,4
19.	Ethylbenzol	100-41-4	3	30
20.	Chlorbenzol	108-90-7	15	170
21.	Chloroform	67-66-3	0,1	0,5
22.	Dichlorbenzol; o-	95-50-1	450 ⁶⁾	unpraktikabel hoch
23.	Dichlorbenzol; m-	541-73-1	200 ⁶⁾ (entspr. p-Dichlorbenzol)	unpraktikabel hoch
24.	Dichlorbenzol; p-	106-46-7	200 ⁶⁾	unpraktikabel hoch
25.	Dichlormethan	75-00-2	0,1	2
26.	Dichlorpropan; 1,2	78-87-5	1	5
27.	Nitrobenzol	98-95-3	1	15
28.	Phenol	108-95-2	4500 ⁶⁾ (ggf. oral *)	unpraktikabel hoch
29.	Tetrachlorethan; 1,1,2,2-	79-34-5	0,03	0,3
30.	Tetrachlorethen (PER)	127-18-4	1,5	25
31.	Toluol	108-88-3	10	120
32.	Trichlorbenzol; 1,2,4-	120-82-1	25	300
33.	Trichlorethan; 1,1,1-	71-55-6	15	180
34.	Trichlorethen	79-01-6	0,3	5
35.	Trimethylbenzol; 1,3,5- u. andere TMB-Isomere	108-67-8	200	2000
36.	Xylol	1330-20-7	10	100

⁶⁾ Anmerkung: Bei den mit ⁶⁾ bezeichneten Stoffen sind - auch bei Unterschreitung der Orientierenden Hinweise - in Gebäuden Geruchswahrnehmungen möglich. Es ist ratsam, Messungen der Schadstoffe in der Bodenluft durchzuführen und gemäß den Anmerkungen zu Tabelle 5 auch Einschätzungen bezüglich geruchlicher Belastungen durchzuführen. Ggf. ist über den Boden-Bodenluft-Verteilungskoeffizienten (Kas, siehe PBA¹⁾) und einen geeigneten Transferfaktor auch ein Vergleich der Schadstoffgehalte im Feststoff mit den Geruchsschwellen sinnvoll.

* Für die langfristige orale Aufnahme von Phenol liegt kein TRD-Wert vor. Mit Bezug auf Daten zur kurzfristigen oralen Exposition und im Vergleich zu der Ableitung von Prüfwerten für den Direktpfad von PCP sollte jedoch bei Überschreitung von 1000 mg/kg Phenol im Oberboden bei Wohngebieten auch die Gefährdung durch orale Bodenaufnahme geprüft werden (siehe PBA¹⁾, H 767).

Im LABO-Informationsblatt
keine Bewertung mit Bezug
auf Kinderspielflächen !

PBA:

Prüfwerte für Tetrachlorethen	
Nutzung	Prüfwert
Kinderspielflächen	1,5 mg/kg
Wohngebiet	1,5 mg/kg
Park- und Freizeitanlagen	-
Industrie- und Gewerbeflächen	25 mg/kg

Warum?

Aber:

„Soweit Kinderspielflächen an Wohngebäude angrenzen, sind die Flächen bezüglich einer möglichen Innenraumbelastung als 'Wohngebiete' zu untersuchen und zu bewerten.“

Die aktualisierte Fassung des Infoblattes

Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO)
Stand: 01.09.2009

**Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten
Informationsblatt für den Vollzug**

Inhaltsübersicht:

1. Prüfwert-Vorschläge für **nichtflüchtige Stoffe**
2. Orientierende Hinweise für **flüchtige Stoffe – Bodenfeststoffwerte**
3. Behelfsmäßige Bodenorientierungswerte für **Explosivstoffe und deren Abbauprodukte**
4. Behelfsmäßige Bodenorientierungswerte für **chemische Kampfstoffe und deren Abbauprodukte**
5. Orientierende Hinweise für **flüchtige Stoffe – Bewertungshinweise für Schadstoffkonzentrationen in der Bodenluft** bezüglich einer Anreicherung in der Innenraumluft (Szenario „Wohngebiete“)
6. Hinweise zur Bestimmung der Schadstoffe im Bodenmaterial

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.

Tabelle 5: Orientierende Hinweise (stoffbezogene Berechnungen) für flüchtige Stoffe in der Bodenluft – **Bei Anwendung vorstehende Erläuterungen beachten!**

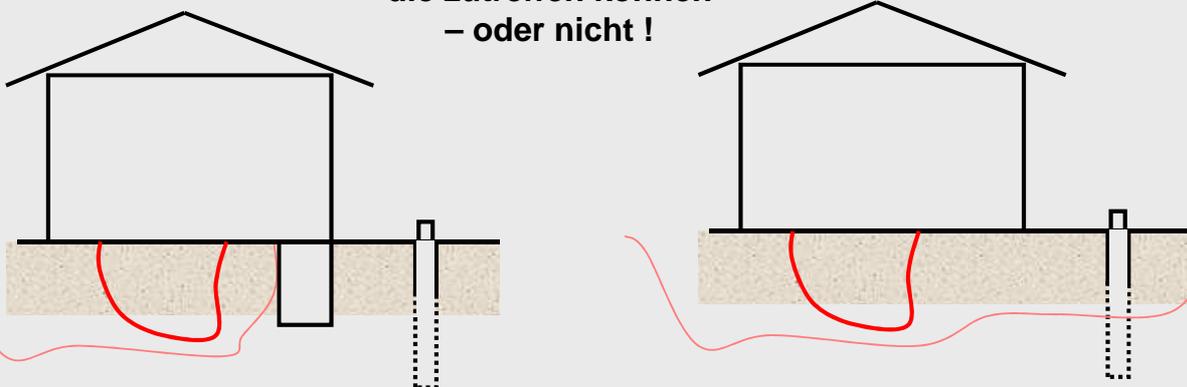
Stoffe	Orientierende Hinweise für flüchtige Stoffe in der Bodenluft in [mg/m³]	Bemerkung
Acetophenon	1000	Kappungsgrenze; toxikologische Ableitung: 20 g/m³ ggf. sind geruchliche Belästigungen möglich: Geruchsschwelle: 0,041 mg/m³ -> entspr. 10-100 mg/m³ in der Bodenluft
Benzol	10	
Chlorbenzol	1000	Kappungsgrenze; toxikologische Ableitung: 1500 mg/m³ ggf. sind geruchliche Belästigungen möglich: Geruchsschwelle: 0,025 mg/m³ -> entspr. 10-100 mg/m³ in der Bodenluft
Chloroform	2	
o-Dichlorbenzol	1000	Kappungsgrenze; toxikologische Ableitung: 10 g/m³ ggf. sind geruchliche Belästigungen möglich: Geruchsschwelle: 0,067 mg/m³ -> entspr. 20-200 mg/m³ in der Bodenluft
m-Dichlorbenzol	1000	Kappungsgrenze; entspr. o-Dichlorbenzol
p-Dichlorbenzol	1000	Kappungsgrenze; toxikologische Ableitung: 6,5 g/m³ ggf. sind geruchliche Belästigungen möglich: Geruchsschwelle: 0,025 mg/m³ -> entspr. 10-100 mg/m³ in der Bodenluft
'cis' 1,2-Dichlorethen	900	
Dichlormethan	80	
1,2-Dichlorpropan	150	
Ethylbenzol	200	
Naphthalin	10	
Nitrobenzol	1	
3-Nitrotoluol	1000	Kappungsgrenze; toxikologische Ableitung: 1500 mg/m³ ggf. sind geruchliche Belästigungen möglich: Geruchsschwelle: 0,062 mg/m³ -> entspr. 20-200 mg/m³ in der Bodenluft
4-Nitrotoluol	250	ggf. sind geruchliche Belästigungen möglich: Geruchsschwelle: 0,084 mg/m³ -> entspr. 25-250 mg/m³ in der Bodenluft
Phenol	200	ggf. sind geruchliche Belästigungen möglich: Geruchsschwelle: 0,271 mg/m³ -> entspr. 80-800 mg/m³ in der Bodenluft
Styrol	400	ggf. sind geruchliche Belästigungen möglich: Geruchsschwelle: 0,09 mg/m³ -> entspr. 30-300 mg/m³ in der Bodenluft
1,1,2,2-Tetrachlorethan	1	
Tetrachlorethen (PER)	70	
Tetrachlormethan	3	
Toluol	1000	Kappungsgrenze; toxikologische Ableitung: 2500 mg/m³
1,2,4-Trichlorbenzol	70	
1,1,1-Trichlorethan	1000	Kappungsgrenze; toxikologische Ableitung: 22 g/m³
Trichlorethen (TRI)	20	
1,3,5-Trimethylbenzol(e)	1000	Kappungsgrenze; toxikologische Ableitung: 2200 mg/m³ ggf. sind bei höheren Konzentrationen geruchliche Belästigungen möglich: Geruchsschwelle: 1,577 mg/m³ -> entspr. 4500-45000 mg/m³ in der Bodenluft
Vinylchlorid (VC)	4	
Xylole	1000	Kappungsgrenze; toxikologische Ableitung: 4 g/m³ ggf. sind geruchliche Belästigungen möglich: Geruchsschwelle: 0,055 mg/m³ -> entspr. 15-150 mg/m³ in der Bodenluft

Minderbefunde ...

Landesamt für
Landwirtschaft, Umwelt
und ländliche Räume
Schleswig-Holstein



Grundlage der Entnahme von Bodenluft :
Annahmen zu einer möglichen Schadstoffquelle
und einem **möglichen Untergrundaufbau,**
die zutreffen können
– oder nicht !



Minderbefunde können neben technischen Unzulänglichkeiten aus dem **nicht einschätzbaren Einzugsbereich** resultieren, aus dem das entnommene Bodenluftvolumen stammt. Es ist im Nahbereich von Gebäude möglich, dass z.B. über Sauberkeitsschichten der Gebäudeuntergrund erschlossen wird, jedoch auch - im kompletten Gegensatz dazu - Fundamente die Zufuhr von Gebäudeunterlagerter Boden vollständig verhindern (+ Mischungen).



Die Orientierungswerte ‚Bodenluft‘ sind insbesondere zur Bewertung festgestellter Belastungen und Auslösung der in § 3 Abs. 6 BBodSchV aufgeführten Maßnahmen (Innenraumlufmessungen) geeignet.

Das Risiko falsch negativer Befunde ist im Einzelfall abzuschätzen, und entlastende Aussagen sind entsprechend (gut) zu begründen. In der Regel sind dazu auch Untersuchungen anderer Medien notwendig.

keine Überbewertung von Rechnungen - Zusammenschau !

Benzol

Tabelle 2: Orientierende Hinweise auf Prüfwerte für flüchtige Stoffe (stoffbezogene Berechnungen)

	Stoff/Stoffgruppe	Chemical Abstracts Services-Nr.	Orientierende Hinweise auf Prüfwert [mg/kg TM]	
			Wohngebiete	Industrie- u. Gewerbegrundstücke
17.	Benzin	8006-61-9	- ⁵⁾	- ⁵⁾
18.	Benzol	71-43-2	0,17 ⁶⁾	0,4
19.	Ethylbenzol	100-41-4	3	30

2006: ⁶⁾ 0,4 mg/kg Hinweiswert für Bestimmung der geringen, dies ist in der Bestimmungsgrenze validiert.

Ringversuch zur Validierung eines standardisierten Analysenverfahrens für die Bestimmung von BTEX in niedrigem Kontaminationsbereich 0,04-1,0 mg/kg im Boden (BAM 2005)

Wichtig: Überschichtung mit Lösungsmittel vor Ort !

Mögliches Problem bei sehr niedrigem Hinweiswert :
→ **Belastungen im Hintergrundbereich ?**

12 Plausibilitätsprüfung

FoBiG 2000

Aus den Berechnungen resultieren (gerundet) folgende Ergebnisse für Benzol:

Kinderspielflächen	60 mg/kg
Wohngebiet	nichtkanzerogene Wirkung: 0,5 mg/kg kanzerogene Wirkung: 0,03 mg/kg
Park- und Freizeiflächen	300 mg/kg
Industrie- und Gewerbeflächen	nichtkanzerogene Wirkung: 6 mg/kg kanzerogene Wirkung: 0,35 bzw. 0,7 mg/kg*

* für 40 bzw. 20 Expositionsjahre berechnet

Ergebnis der Plausibilitätsprüfung

Die Berechnungen haben ergeben, dass die Ausbreitung von Benzol über die Bodenluft und die resultierende Belastung innerhalb von Gebäuden den entscheidenden Belastungspfad sowohl im Szenario Wohngebiet als auch auf Industrie- und Gewerbeflächen darstellt. Die dermale Exposition kann nicht exakt quantifiziert werden, ist nach den Überlegungen in Teil 1, Kap. 2.4.14 vermutlich noch unbedeutender als die orale Exposition.

Der rechnerisch für das Szenario Wohngebiete ermittelte Wert liegen unterhalb der Bestimmungsgrenze im Rahmen von Routineverfahren. Es wird daher ein gegenüber dem rechnerischen Wert etwas höherer Prüfwert von 0,2 mg/kg vorgeschlagen.



„Hintergrundgehalte von BTEX und LCKW in Böden urbaner und ländlicher Räume in den Tiefenstufen 1-2 m unter GOK“



Tabelle 7: Statistische Kenndaten der Bodenluftgehalte (differenziert nach aggregierter Umgebung)

Stoff Angaben in [mg/m ³]	ländlich-urban (n = 51)			möglicherweise belastet (n = 23)		
	Med.	90. P	Max.	Med.	90. P	Max.
BTEX						
Benzol	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,28
Toluol	< 0,05	0,1	0,12	< 0,05	0,12	6,1
Ethylbenzol	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,99
o-Xylol	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,72
m-,p-Xylol	< 0,05	0,05	0,07	< 0,05	0,11	2
LCKW						
Dichlormethan	< 0,005	0,08	0,15	< 0,005	< 0,005	0,05
trans-1,2-Dichlorethen	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlormethan	< 0,01	< 0,01	0,28	< 0,01	0,02	0,06
1,1,1-Trichlorethen	< 0,005	< 0,005	0,034	< 0,005	0,056	0,14
1,1,2-Trichlorethen	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tetrachlormethan	< 0,0005	< 0,0005	0,0007	< 0,0005	0,0006	0,001
Trichlorethen	< 0,0005	< 0,0005	0,13	< 0,0005	0,066	0,41
Tetrachlorethen	0,003	0,1	15	0,004	1,3	6,4
Vinylchlorid	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5



Ergebnis: Keine Hintergrundbelastung durch Benzol im Bereich des Hinweiswertes – weder über Feststoff, noch über Bodenluft (empfindlicher)

Orientierungswerte für chemische Kampfstoffe und Abbauprodukte (CKS)

	Stoffbezogene Berechnungen (mg/kg)			
	Kinderspielplatz	Wohngebiet	Park-/Freizeit	Industrie/Gewerbe
S-Lost	0,5	1	2,5	5
Thiodiglykol	Unpraktikabel			
1,3-Di-, 1,4-Oxathian	Keine Da			
1,4-Dithian	Unpraktikabel hoch, jedoch			
Chlorpikrin ²⁾	0,2			
Chloracetophenon ²⁾	2,5			
Acetophenon				
Clark I ²⁾	5			
Clark II ²⁾	1			
Adamsit ²⁾	2			
Pffifikus ²⁾	3			
Triphenylarsin	Keine Da			
Bis-Diphenylarsin ²⁾	2			



Es handelt sich dabei um ein Szenario, bei dem nach Eingriffen in den Boden (Erdbewegungen, kleinere Baumaßnahmen) Personen (Kinder, Erwachsene) unmittelbar in Kontakt mit der kontaminierten Erde treten (Spielen der Kinder mit aufgeworfener Erde, Wegkarren der Erde) und damit um Werte ohne Nutzungsbezug, d.h. bei diesem Szenario weisen allen Nutzungen gleiche Zahlenwerte auf. Das verwendete ‚Akutszenario‘ verwendet als Expositionszeitraum die inhalative Aufnahme über 1 Stunde bei ungünstigster austauscharmer Wetterlage (geringer Transferfaktor Bodenluft- Außenluft) und geht von einer erhöhten Staubkonzentration von 6 mg/m³ als ‚worst case‘ aus.

Erarbeitet durch FoBIG, Freiburg, i.A. des Bayer. Landes

u.a. Spezialableitungen der Länder



Bewertung von Schadstoffbelastungen auf Sport- und Bolzplätzen nach Maßstäben des Bodenschutzrechtes

Thomas Delschen, Wolf-Dietrich Bertges und Jörg Leisner-Saab

Kurzfassung für Inhaltsverzeichnis

Zur Bewertung des Gefährdungspotenzials schadstoffbelasteter Sport- und Bolzplätze wird ein verallgemeinerbares Expositionsszenario vorgestellt, mit dem eine Gefahrenbeurteilung im Hinblick auf eine inhalative Exposition möglich ist. Unter Anwendung dieses Expositionsszenarios werden für einige Schadstoffe Bodenbeurteilungswerte abgeleitet, die Prüfwertcharakter haben.

Tabelle 5: Zusammenstellung der rechnerischen Beurteilungswerte für die inhalativen Schadstoffaufnahme auf Sport- und Bolzplätzen sowie daraus abgeleitete Beurteilungswerte (alle Angaben in mg/kg)

	Nicht kanzerogene Wirkung	Kanzerogene Wirkung	Lokale Effekte im Atemtrakt	Niedrigster Wert	Beurteilungswert	Prüfwert Park-/Freizeitanlagen
Arsen	517	92	-	92	100	125
Blei	5056	-	-	5056	5000	1000
Cadmium	-	41	849	41	40	50
ChromVI	-	42	388	42	-	-
Chrom gesamt ¹	-	106	971	106	100	1000
Nickel	-	2044	243	243	250	350
Quecksilber	397	-	-	397	250 ²	50
BaP	-	3,6	-	3,6	4	10

¹ Errechnet aus den Ergebnissen zu Chrom VI unter der Annahme eines Anteils von 40% ChromVI an Gesamtchrom gemäß [3]

² Kappung auf das Verhältnis zum Prüfwert Park-/Freizeitanlagen wie bei Blei

Tabelle 3: Expositionsabschätzung für die kanzerogene Wirkungen von Schadstoffen bei inhalativer Exposition auf Sport- und Bolzplätzen (Berechnung des Beurteilungswertes gemäß Formel 6 aus [6])

		F-Jugend (< 8 J.)	D-Jugend (10-12 J.)	C-Jugend (12-14 J.)
Staubkonzentration	mg/m ³	10	10	10
Aufenthaltsdauer	h/Woche	3	3	4,5
Anzahl Wochen mit Staubbildung	Wochen	16	16	16
Lebenszeit	a	70	70	70
Expositionszeit	a	25	20	15
Anreicherungs-faktor Staub/Boden	Anorganika/ Organika	5/10	5/10	5/10
Gewichtungsfaktor		182,5	182,5	121,7
Expositionszeitfaktor		2,8	3,5	4,7
Arsen				
Referenzkonzentration bei Risiko 10 ⁻⁵	ng/m ³	1,8	1,8	1,8
Gefahrenfaktor		5	5	5
Beurteilungswert	mg/kg	92	115	102
Cadmium				
Referenzkonzentration bei Risiko 10 ⁻⁵	ng/m ³	0,8	0,8	0,8
Gefahrenfaktor		5	5	5
Beurteilungswert	mg/kg	41	51	45
ChromVI				
Referenzkonzentration bei Risiko 10 ⁻⁵	ng/m ³	0,83	0,83	0,83
Gefahrenfaktor		5	5	5
Beurteilungswert	mg/kg	42	53	47
Nickel				
Referenzkonzentration bei Risiko 10 ⁻⁵	ng/m ³	40	40	40
Gefahrenfaktor		5	5	5
Beurteilungswert	mg/kg	2044	2555	2271
Benz(a)pyren				
Referenzkonzentration bei Risiko 10 ⁻⁵	ng/m ³	0,14	0,14	0,14
Gefahrenfaktor		5	5	5
Beurteilungswert	mg/kg	3,6	4,5	4,0

Hinweis für Kombinationseffekte



Aus: Ergänzende Ableitungsmethoden und –maßstäbe (PBA B 065) Rüstungsspezifische Stoffe

... Zur Bewertung der Kombinationswirkung von sprengstofftypischen Verbindungen wird eine gewichtete Addition getrennt für „kanzerogen“ und „nicht kanzerogen“ wirksame Stoffe nach der folgenden Formel empfohlen:

$$\frac{C_1}{PW_1} + \frac{C_2}{PW_2} + \frac{C_3}{PW_3} + \dots + \frac{C_n}{PW_n} \leq 1$$

wobei

C_n = Konzentration von Stoff n im Boden

PW_n = einzelstoffbezogener Prüfwert von Stoff n

Vergleichbar angewandt z.B. für die Bewertung der parallelen oralen und dermalen Belastung zur Ableitung eines TBT-Orientierungswertes.

(www.schleswig-holstein.de/MSGFG/DE/Service/Broschueren/PDF/tBTImStrandsand__blob=publicationFile.pdf)

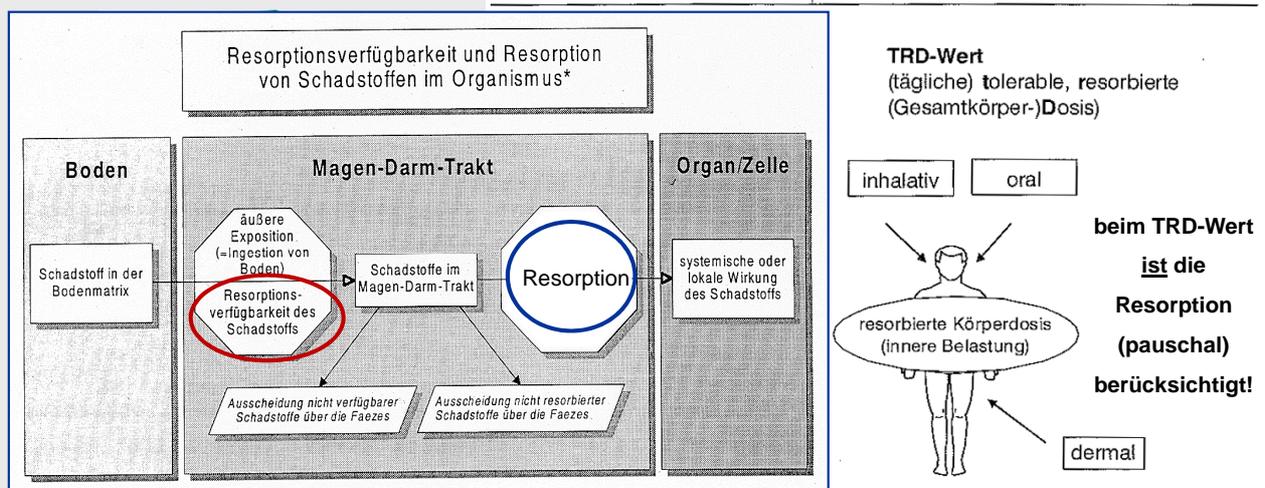
Die Detailuntersuchung

Nach § 2 Nr. 4 Bundesbodenschutzverordnung sind die weitere Untersuchungen zur abschließenden Gefährdungsabschätzung insbesondere:

- ⇒ Feststellung der Menge und räumlichen Verteilung der Schadstoffe
- ⇒ Ermittlung der mobilen bzw. mobilisierbaren Anteile
- ⇒ Bestimmung der Ausbreitungsmöglichkeiten in Boden, Gewässer und Luft
- ⇒ Bestimmung der Expositionsbedingungen
- ⇒ Möglichkeit des Humanbiomonitoring
- ⇒ Abschätzung der Möglichkeit der Aufnahme durch Menschen, Tier und Pflanze (Resorptionsverfügbarkeit)

Maßnahmenwerte & Resorptionsverfügbarkeit ...

Methodische Beschreibung der TRD-Wertableitung



Aus „Methoden und Maßstäbe der Ableitung ...“ Punkt 2.2:

Generell sollten sich **Ableitungsmaßstäbe für Maßnahmenwerte auf die für den Menschen resorptionsverfügbaren Schadstoffanteile** im Boden beziehen.

**Erfahrung mit
DIN 19738 (2004)
wünschenswert**

Der ‚Grillberg‘ am Elbufer



**PCDD/PCDF-Gehalt
(aus 0-10 cm Tiefe):
112,2 I-TEq/kg TM !**

BBKSH 2924

Spielfläche am Hangfuß:
ca. 30*50 m = 1500 m²

Mit besonderer Lage: außerorts



Der Routenplaner für Fußgänger ist noch im Beta-Stadium. Seien Sie vorsichtig! – Auf dieser Route gibt es möglicherweise keine Bürgersteige oder Fußwege.

Vorgeschlagene Routen
Elbuferstraße/K63 1,7 km, 22 Minuten

Fußgängerroute mit dem Ziel Elbuferstraße/K63

- A Elbuferstraße/K63
- 1. Auf Elbuferstraße/K63 nach Nordwesten starten
- B Elbuferstraße/K63

Diese Angaben dienen nur zu Planungszwecken. Es ist möglich, dass die Verkehrsverhältnisse aufgrund von Baustellen, Verkehr, Wetter oder anderen Faktoren von den hier dargestellten Vorschlägen abweichen. Sie sollten daher Ihre Reise entsprechend planen und alle Verkehrsschilder oder Hinweise bezüglich Ihrer Route beachten.



Maßnahmenwerte in [ng TE / kg TM]	Kinderspiel- flächen	Wohn- gebiete	Park- u. Freizeitanlagen	Industrie- und Gewerbe
Stoff				
Dioxine/Furane (PCDD/F)	100 ?	1.000	1.000 ?	10.000



statt Maßnahmenwert → Prüfwertableitung

Formale Betrachtung einer theoretischen Prüfwertableitung für Dioxine (als TE)

I Eine (Hinter-) Grundbelastung geht in die Berechnung nicht ein, da mit dem Ausgangspunkt des unit-risk nur das zusätzliche Risiko betrachtet wird

Oral- Kanzerogene Wirkung:

?aktuell?

Szenario	unit-risk bei 1 pg/kg/d	1.00E-04	(unit-risk nach EPA Entwurf 1994)
Szenario - Kinderspielflächen: *Prüfwert* = 0.00013 mg TE/kg TM (gefahrenbezogen) 0.13 µg TE/kg TM 133 ng TE/kg TM	unit-risk bei 10-5:	0.000100 ng TE/kg/d	= 0.1 pg TE/kg/d
	Gefahrenfaktor:	5	
	Expositionszeitfaktor:	8.75	für 8 Jahre
	Gefahrenbezogene Körperdosis:	0.0044 ng TE/kg/d	= 4.38 pg TE/kg/d
	Bodenaufnahmerate:	33.0 mg/kg/d	(Standardannahme)
	Körpergewicht [kg]:	10	0.5 g Bodenaufnahme/Tag
	Aufenthaltszeit:	240	
Bodenaufnahmerate:	32.9 mg/kg/d	(Rechenwert, ggf. Ersatz der Standardannahme)	
Szenario - Park- und Freizeitanlage	unit-risk bei 1 pg/kg/d	1.00E-04	(unit-risk nach EPA Entwurf 1994)
	unit-risk bei 10-5:	0.000100 ng TE/kg/d	
	Gefahrenfaktor:	5	
	Expositionszeitfaktor:	8.75	für 8 Jahre
	Gefahrenbezogene Körperdosis:	0.0044 ng TE/kg/d	
	Bodenaufnahmerate:	6.6 mg/kg/d	(Standardannahme)
	Körpergewicht [kg]:	10	0.1 g Bodenaufnahme/Tag
Aufenthaltszeit:	240		
Bodenaufnahmerate:	6.58 mg/kg/d	(Rechenwert, ggf. Ersatz der Standardannahme)	
Szenario - Park- und Freizeitanlage	unit-risk bei 1 pg/kg/d	1.00E-04	(unit-risk nach EPA Entwurf 1994)
	unit-risk bei 10-5:	0.000100 ng TE/kg/d	
	Gefahrenfaktor:	5	
	Expositionszeitfaktor:	8.75	für 8 Jahre
	Gefahrenbezogene Körperdosis:	0.0044 ng TE/kg/d	
	Bodenaufnahmerate:	6.6 mg/kg/d	(Standardannahme)
	Körpergewicht [kg]:	10	0.5 g Bodenaufnahme/Tag
Aufenthaltszeit:	52	(jedes Wochenende im Jahr / 1/2 Jahr jeden Sa.+So.)	
Bodenaufnahmerate:	7.12 mg/kg/d	(Rechenwert, ggf. Ersatz der Standardannahme)	

... der Geoökologe rechnet ... und fragt den Toxikologen ...

Rückmeldung Dr. Heinzow



Assessment of the health risk of dioxins:
re-evaluation of the Tolerable Daily Intake (TDI)

WHO Consultation
May 25-29 1998, Geneva, Switzerland

„By applying an uncertainty factor of 10 to the range of LOAELs of 14-37 pg TCDD/kg bw/day a TDI, expressed as a range, of 1 - 4 TEQ pg/kg bw (rounded figures) was established for dioxins and dioxin-like compounds.“

PCDD/F-Prüfwertabschätzung mit PCDD/F als 'Threshold-Carcinogen'

Prüfwertabschätzung	
Standardannahme	0.00004 mg TEq/kg TM
Kinderspielfläche	0.036 µg TEq/kg TM
Park- & Freizeitanlage	182 ng TEq/kg TM

Referenzdosis:	0.001 ng TEq/kg/d
Gefahrenfaktor:	2 (Heinzow)
Gefahrenbezogene Körperdosis:	0.0012 ng TEq/kg/d
Bodenaufnahmerate:	33 mg/kg/d
Bodenaufnahmerate:	6.6 mg/kg/d

„angestrebter Wert aus Vorsorgegründen“
1 pg TEq/kg/d | WHO 1998: TDI 1-4 pg/kg/d
Hintergrund > 80% !! Hintergrund ist höher
80% %-Wert! anzunehmen: 2 pg TEq/kg/d
Standardannahme: 0,5 g/Tag und 240 Tage
Standardannahme: 0,1 g/d * 240 bzw. 0,5 g/d * 48

Prüfwertabschätzung	
Standardannahme	0.00015 mg TEq/kg TM
Kinderspielfläche	0.145 µg TEq/kg TM
Park- & Freizeitanlage	727 ng TEq/kg TM

Referenzdosis:	0.004 ng TEq/kg/d
Gefahrenfaktor:	2 (Heinzow)
Gefahrenbezogene Körperdosis:	0.0048 ng TEq/kg/d
Bodenaufnahmerate:	33 mg/kg/d
Bodenaufnahmerate:	6.6 mg/kg/d

4 pg TEq/kg/d | WHO 1998: TDI 1-4 pg/kg/d
Hintergrund > 80% bei (gestillten) Kleinkindern?
80% %-Wert
Standardannahme: 0,5 g/Tag und 240 Tage
Standardannahme: 0,1 g/d * 240 bzw. 0,5 g/d * 48

Prüfwertabschätzung	
Standardannahme	0.00036 mg TEq/kg TM
Kinderspielfläche	0.364 µg TEq/kg TM
Park- & Freizeitanlage	1818 ng TEq/kg TM

Referenzdosis:	0.01 ng TEq/kg/d
Gefahrenfaktor:	2 (Heinzow)
Gefahrenbezogene Körperdosis:	0.012 ng TEq/kg/d
Bodenaufnahmerate:	33 mg/kg/d
Bodenaufnahmerate:	6.6 mg/kg/d

10 pg TEq/kg/d | TDI, WHO 1995b
80% %-Wert
Standardannahme: 0,5 g/Tag und 240 Tage
Standardannahme: 0,1 g/d * 240 bzw. 0,5 g/d * 48

Park- & Freizeitanlage: 200-700 ng TEq/kg TM als anzustrebender Bereich (auch) unter dem Vorsorgeaspekt ?

10. Wie hoch ist die Dioxinbelastung des Menschen in Deutschland?

Ein erwachsener Mensch nimmt in Deutschland durch Dioxine (berechnet mit den Daten aus 2000-2003) durchschnittlich etwa 0,7 pg (ein Pikogramm = ein Billionstel Gramm) WHO-TEQ pro Kilogramm Körpergewicht und Tag auf. Einschließlich der dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle mit 1,3 pg WHO-TEQ pro Kilogramm Körpergewicht und Tag kommt es zu einer täglichen Aufnahme von durchschnittlich 2 pg WHO-TEQ pro Kilogramm Körpergewicht. Ausgehend von einer sich weiter fortsetzenden Belastungsminderung liegen derzeit in Deutschland allerdings etwas niedrigere Belastungen vor.

Noch ohne Berücksichtigung der
Resorptionsverfügbarkeit
(Annahme Rotard: 30% !)



„Für die **Einzelfallbetrachtung** wurde die Loseblattsammlung des Umweltbundesamtes zur ‚Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten‘ herangezogen. Die dort zur Prüfwertableitung verwendeten Standardannahmen führen für Dioxine/Furane mit dem von der WHO (2000) genannten TDI (Tolerable tägliche Aufnahme) von 1-4 pg/kg/d , einem **Gefahrenfaktor von 2** (niedrigster Wert gemäß den Ableitungsbedingungen) bei einer für den Grillberg wegen seiner abgelegenen Lage als ungünstig angesehenen **Frequenzierungen von 48 Tagen** im Jahr durch ein Kleinkind (Bodenaufnahme von 0,5 g/d, bzw. Bodenaufnahmerate von 6,6 mg/kg/Tag)¹ zu einem

Prüfwert(bereich) von 182 ng TEq/kg TM - 727 ng TEq/kg TM

(Wert für den TDI von 1 bzw. 4 pg/kg/d).

Hierbei wird nicht berücksichtigt, dass Dioxine und Furane an den Bodenpartikeln gebunden sind und nur zu einem kleinen Teil für den Körper verfügbar sind.

Unter diesen ungünstigen Annahmen ist nach Auffassung aller Beteiligten **auf der Spielfläche am Grillberg bei PCDD/F-Gehalten von < 200 ng TEq/kg TM der Gefahrenverdacht ausgeräumt.**“

(Zitat aus dem Protokoll)

¹ Ein halbes Jahr lang fast jedes Wochenende Samstag und Sonntag: 48 Tage multipliziert mit einer Bodenaufnahmemenge von im ungünstigsten Fall 0,5 g/Tag durch ein Kleinkind mit 10 kg Körpergewicht entspricht einer über das Jahr gemittelten Aufnahmerate von 6,6 mg/kg/Tag. Diese Aufnahmerate entspricht auch der Bodenaufnahmerate von Kleinkindern auf Park- und Freizeittflächen.



LABO

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz

Landesamt für
Landwirtschaft, Umwelt
und ländliche Räume
Schleswig-Holstein



Startseite
Willkommen

www.labo-deutschland.de/Veroeffentlichungen.html

Veröffentlichungen

Auswahl (ohne Hinweise)

Altlasten und schädliche Bodenveränderungen

Wirkungspfad
Boden-Grundwasser

- [Positionspapier der LABO "Berücksichtigung der natürlichen Schadstoffminderung bei der Altlastenbearbeitung" \(Stand 10.12.2009\)](#) (PDF | 615 kb)
 - [Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei Detailuntersuchungen Stand 10/2006 mit redaktionellen Anpassungen \(Stand 12/2008\)](#) (PDF | 5.921 kb)
...Bestandteil dieser Arbeitshilfe ist das Berechnungsinstrument ALTEX-1D, mit dem Sickerwasserprognoseberechnungen durchgeführt...werden können. ...
 - [Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen](#) (PDF | 755 kb)
 - [Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei orientierenden Untersuchungen \(LABO Juli 2003\)](#) (PDF | 602 kb)
 - [Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten - Informationsblatt für den Vollzug \(Stand: 1. September 2008\)](#) (PDF | 136 kb)
 - [Maßnahmenkonzept zur verschmutzungsarmen Nutzpflanzenerrnte \(2007\)](#) (PDF | 983 kb)
- Probenahme, Analytik, Akkreditierung
- [Fachmodul Boden - und Altlasten - Notifizierung und Kompetenznachweis von Untersuchungsstellen im bodenschutzrechtlich geregelten Umweltbereich \(LABO August 2012\)](#) (PDF | 231 kb)
 - [Arbeitshilfe für die Qualitätssicherung bei der Altlastenbearbeitung \(LABO 2002\)](#) (PDF | 2.295 kb)

