



Aktualisierung und Zusammenführung der LABO-Arbeitshilfen zur Sickerwasserprognose

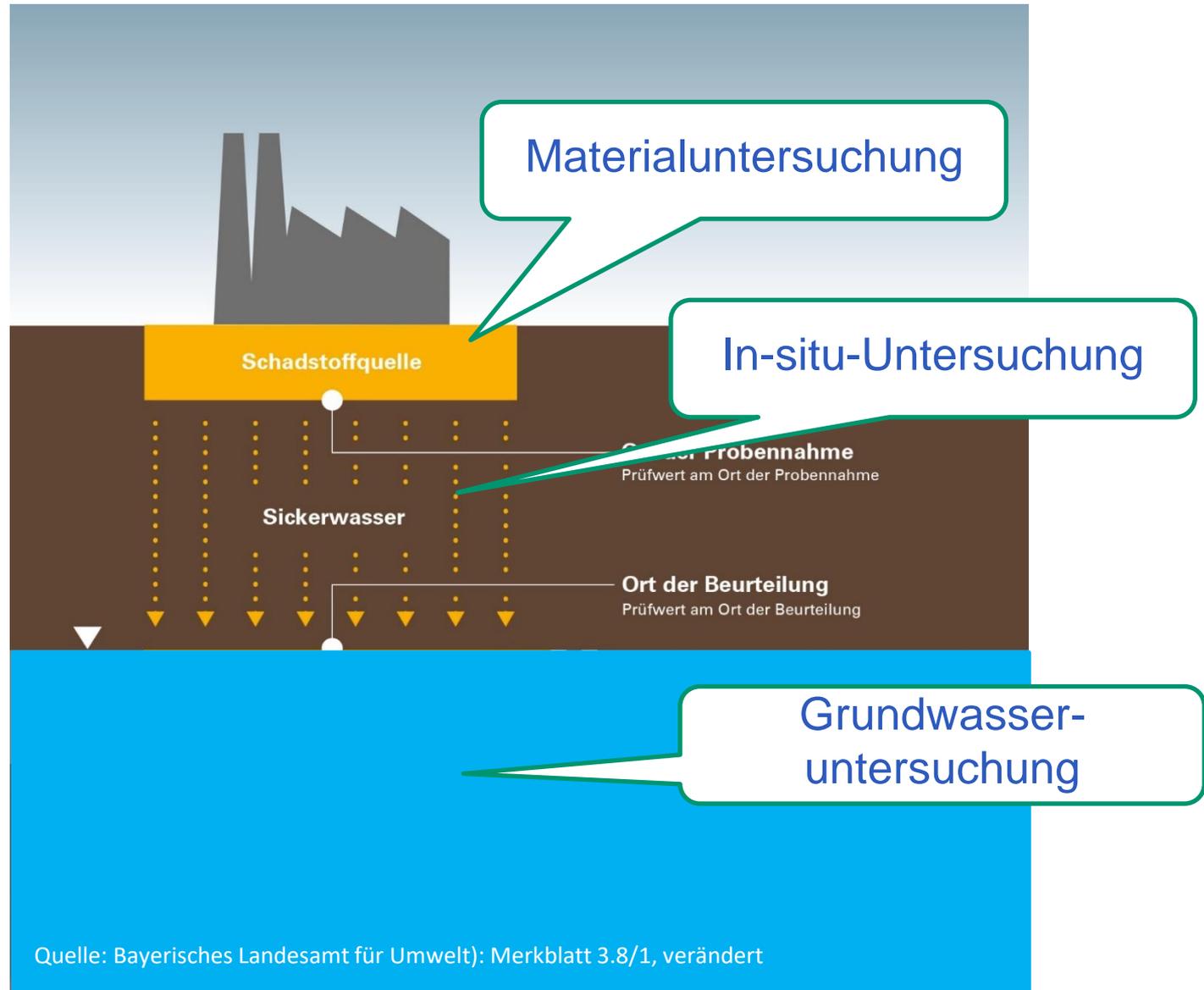
LABO

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft
Bodenschutz

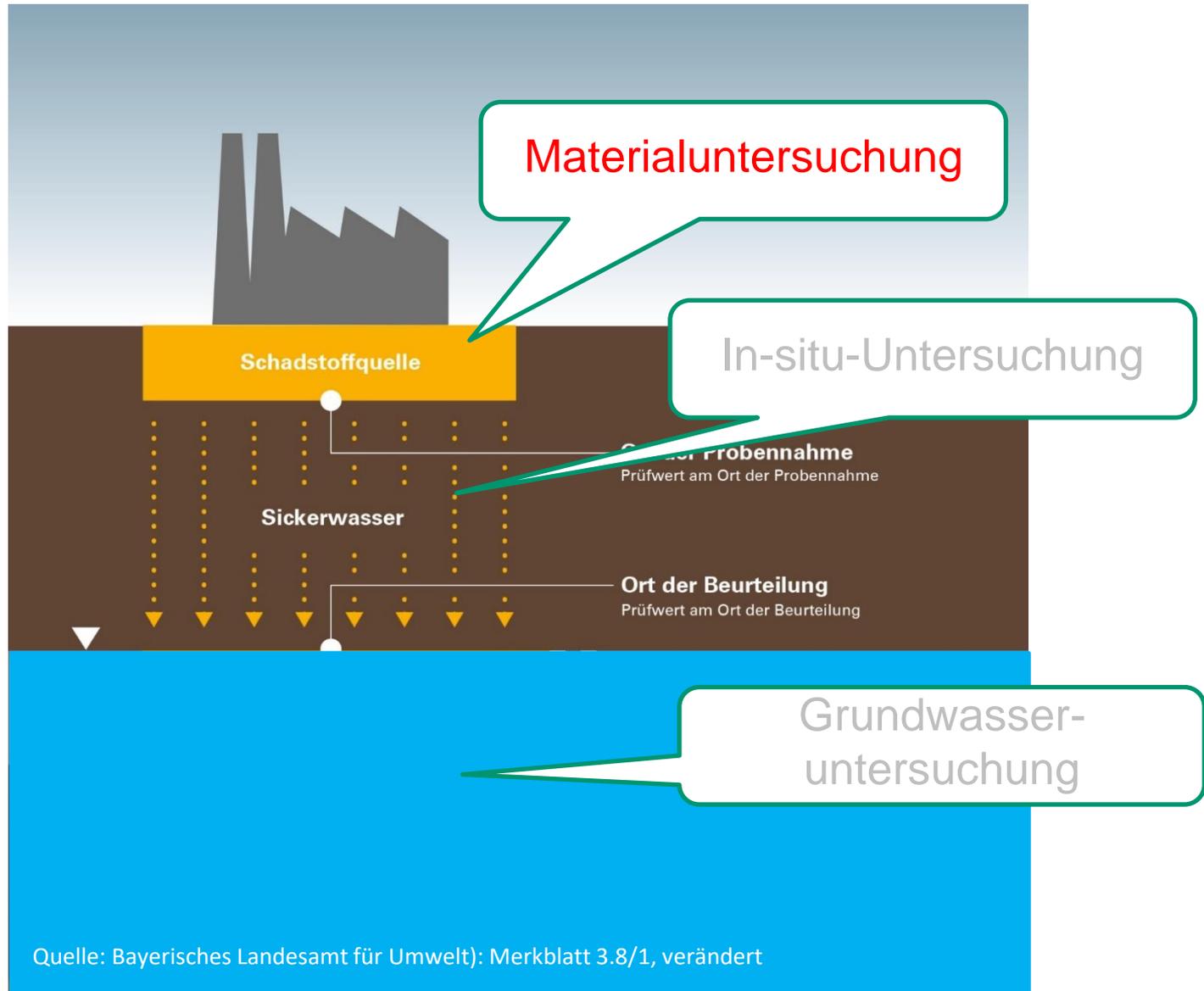
Arbeitshilfe zur Sickerwasserprognose

Entwurf Stand 6-2024

3 Varianten der Sickerwasserprognose



3 Varianten der Sickerwasserprognose



Ausgangslage

Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft
Bodenschutz (LABO)
Altlastenausschuss (ALA)
Unterausschuss Sickerwasserprognose

Arbeitshilfe
Sickerwasserprognose bei
orientierenden Untersuchungen

2003

Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft
Bodenschutz (LABO)
Altlastenausschuss (ALA)
Unterausschuss Sickerwasserprognose

Arbeitshilfe
Sickerwasserprognose bei
Detailuntersuchungen

Version 12/2008

Aktualisierung der BBodSchV

Wesentliche **Änderungen der BBodSchV 2021**
gegenüber 1999
im Hinblick auf die Sickerwasserprognose:

- Prüfwerte für den „Ort der Probennahme“
- Elutionsverfahren
- Einmischungsprognose

Neue Prüfwerte für den Ort der Probennahme

Anorganische Stoffe

- Die BBodSchV-2021 nennt
 - Prüfwerte für den „**Ort der Probennahme**“ und
 - Prüfwerte für den „**Ort der Beurteilung**“.
- Die Prüfwerte für den „Ort der Probennahme“ hängen vom TOC-Gehalt des Bodens ab.

Organische Stoffe

- Die **Prüfwerte** für den „Ort der Probennahme“ und die Prüfwerte für den „Ort der Beurteilung“ sind **identisch**.

Neue Prüfwerte für den Ort der Probennahme

Tabelle 1: Prüfwerte für anorganische Stoffe für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser am Ort der Probennahme

Stoff	Prüfwert bei TOC-Gehalt < 0,5%	Prüfwert bei TOC-Gehalt ≥ 0,5%
	[µg/l]	
Antimon	10	10
Arsen	15	25
Blei	45	85
Bor	1 000	1 000
Cadmium	4	7,5
Chrom _{gesamt}	50	50
Chrom _{VI}	8	8
Kobalt	50	125
Kupfer	50	80
Molybdän	70	70
Nickel	40	60
Quecksilber	1	1
Selen	10	10
Zink	600	600
Cyanide _{gesamt}	50	50
Cyanid _{leicht freisetzbar}	10	10
Fluorid	1 500	1 500

Neue Prüfwerte für den Ort der Probennahme

Auslöser

- Schwer-/Halbmetalle in unbelasteten, humusreichen Böden überschreiten Prüfwerte für den „Ort der Beurteilung“

Anwendung der Prüfwerte für den „Ort der Probennahme“

- Gibt es auf der Verdachtsfläche **keine Überschreitung der Prüfwerte** für den **Ort der Probennahme**, ist der **Verdacht** für den Pfad Boden-Grundwasser **ausgeräumt**
- Eine Sickerwasserprognose entfällt

Neue Prüfwerte für den Ort der Probennahme

Tabelle 1: Prüfwerte für anorganische Stoffe für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser am Ort der Probennahme

Stoff	Prüfwert bei TOC-Gehalt < 0,5%	Prüfwert bei TOC-Gehalt ≥ 0,5%	
	[µg/l]		
Antimon	10	10	
Arsen	OdP		
Blei			
Bor			
Cadmium			
Chrom _{gesamt}	Arsen	15	25
Chrom _{VI}	Blei	45	85
Kobalt			
Kupfer			
Molybdän	70	70	
Nickel	40	60	
Quecksilber	1	1	
Selen	10	10	
Zink	600	600	
Cyanide _{gesamt}	50	50	
Cyanid _{leicht freisetzbar}	10	10	
Fluorid	1 500	1 500	

Tabelle 2: Prüfwerte für anorganische Stoffe für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser am Ort der Beurteilung

Stoff	Prüfwert
[µg/l]	
Antimon	5
Arsen	OdB
Blei	OdB
Bor	
Cadmium	
Chrom _{gesamt}	10
Chrom _{VI}	10
Kobalt	
Kupfer	
Molybdän	35
Nickel	20
Quecksilber	1
Selen	10
Zink	600
Cyanide _{gesamt}	50
Cyanid _{leicht freisetzbar}	10
Fluorid	1 500

Neue Elutionsverfahren

Die beiden in der BBodSchV (2021) genannten Elutionsverfahren weisen ein Wasser-Feststoff-Verhältnis von 2:1 auf

- **DIN 19529 2:1-Schüttelverfahren**
- **DIN 19528 2:1-Säulenverfahren**

Beide Verfahren sind 2023 aktualisiert worden. Sie gelten als gleichwertig.

Beide Verfahren sind **validiert** für:

- Arsen, Antimon, Blei, Chrom, Kupfer, Molybdän, Nickel, Vanadium, Zink, Chlorid, Fluorid, Sulfat
- PAK, MKW, PCB, Phenole (nicht aber für Leichtflüchter)

Die wichtigsten Arbeitsschritte zur Eluat-Herstellung werden beschrieben.

Exkurs „abweichende Analysenverfahren“

BBodSchV § 24 Abs. 11

Abweichend von § 23 und den vorstehenden Absätzen dürfen auch **andere Verfahren und Methoden** zur Probennahme, -vorbehandlung, -vorbereitung und -aufarbeitung sowie zur physikalisch-chemischen und **chemischen Analyse** angewendet werden, wenn deren **Gleichwertigkeit** und praktische Eignung ...

... durch den **Fachbeirat Bodenuntersuchungen** allgemein festgestellt ...

Exkurs „abweichende Analysenverfahren“

Methodensammlung Feststoffuntersuchung (Methosa) Version 3.0 von 2024:

„Der Fachbeirat Bodenuntersuchungen (**FBU**) stellt durch die Empfehlung in der **Methosa** die Gleichwertigkeit ... fest“

Die Methosa 3.0 ist über die UBA-Website aufrufbar.

Elutionsverfahren, Gesamtgehalte

I. d. R. haben **Eluatkonzentrationen Vorrang** gegenüber der Bestimmung von **Gesamtgehalten/Feststoffuntersuchungen**

- OU: Ergeben die **Eluatkonzentrationen** der Bodenuntersuchungen eine Unterschreitung der für den Ort der Probennahme geltenden Prüfwerte, ist ... der Verdacht ausgeräumt. Wird dagegen eine Überschreitung der Prüfwerte festgestellt, ist dem Verdacht mittels einer Sickerwasserprognose weiter nachzugehen.

OU: **Feststoffuntersuchungsergebnisse** können Hinweise für eine Priorisierung von Elutionsuntersuchungen liefern.

- DU: **Feststoffgehalte** liefern Informationen über das Schadstoffinventar, das zur Abschätzung bzw. Ermittlung der Dauer der Freisetzung benötigt wird.

Einmischungsprognose

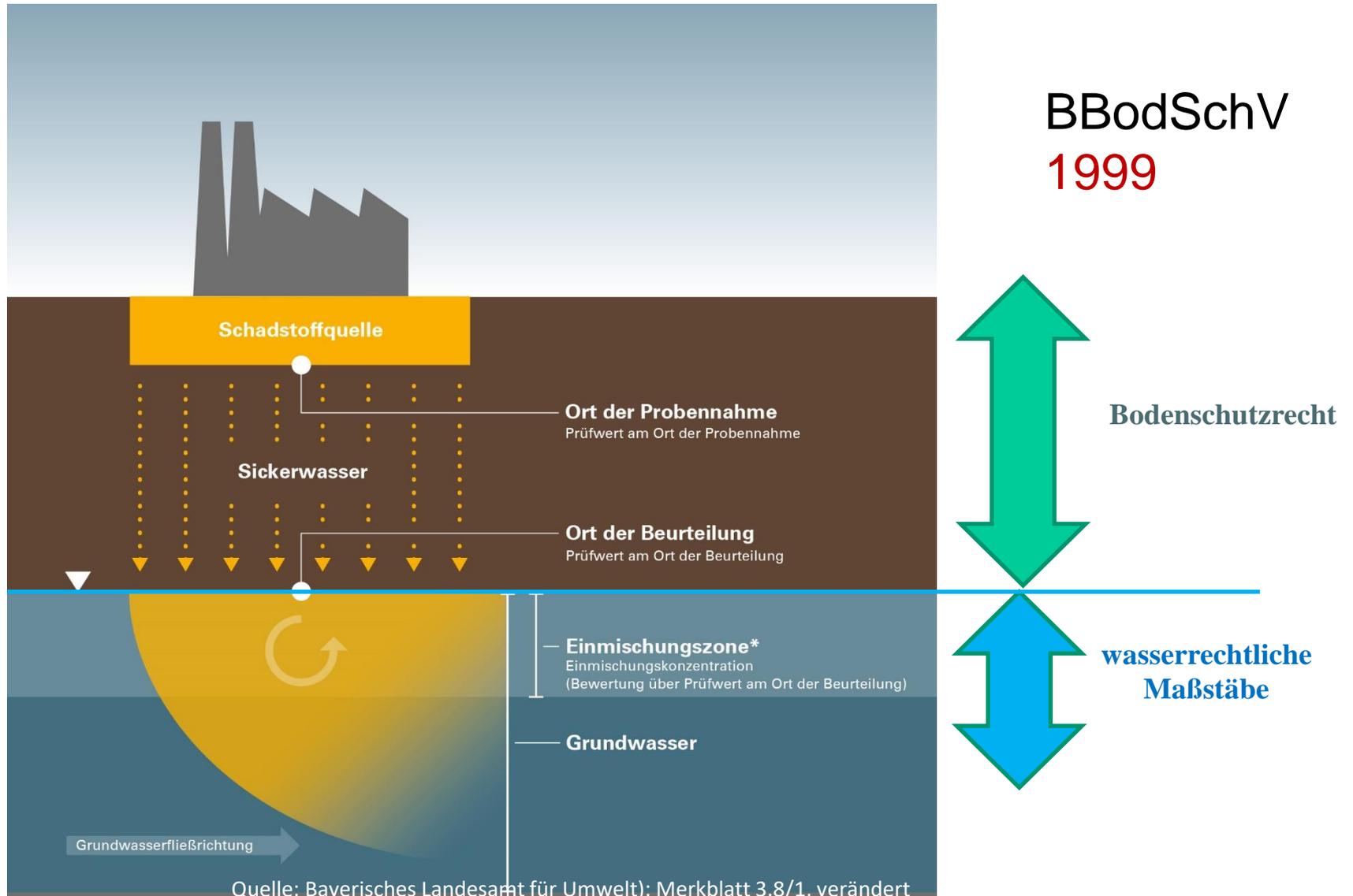
§ 12 BBodSchV – Orientierende Untersuchung

(3) Wird bei Untersuchungen für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser ein Prüfwert nach Anlage 2 Tabelle 1 oder 3 am Ort der Probennahme überschritten, soll durch eine **Sickerwasserprognose** abgeschätzt werden, ob zu erwarten ist, dass die Konzentration dieses Schadstoffs im Sickerwasser am Ort der Beurteilung den Prüfwert nach Anlage 2 Tabelle 2 oder 3 übersteigen wird. **Ergänzend kann die Einmischung des Sickerwassers in das Grundwasser berücksichtigt werden.**

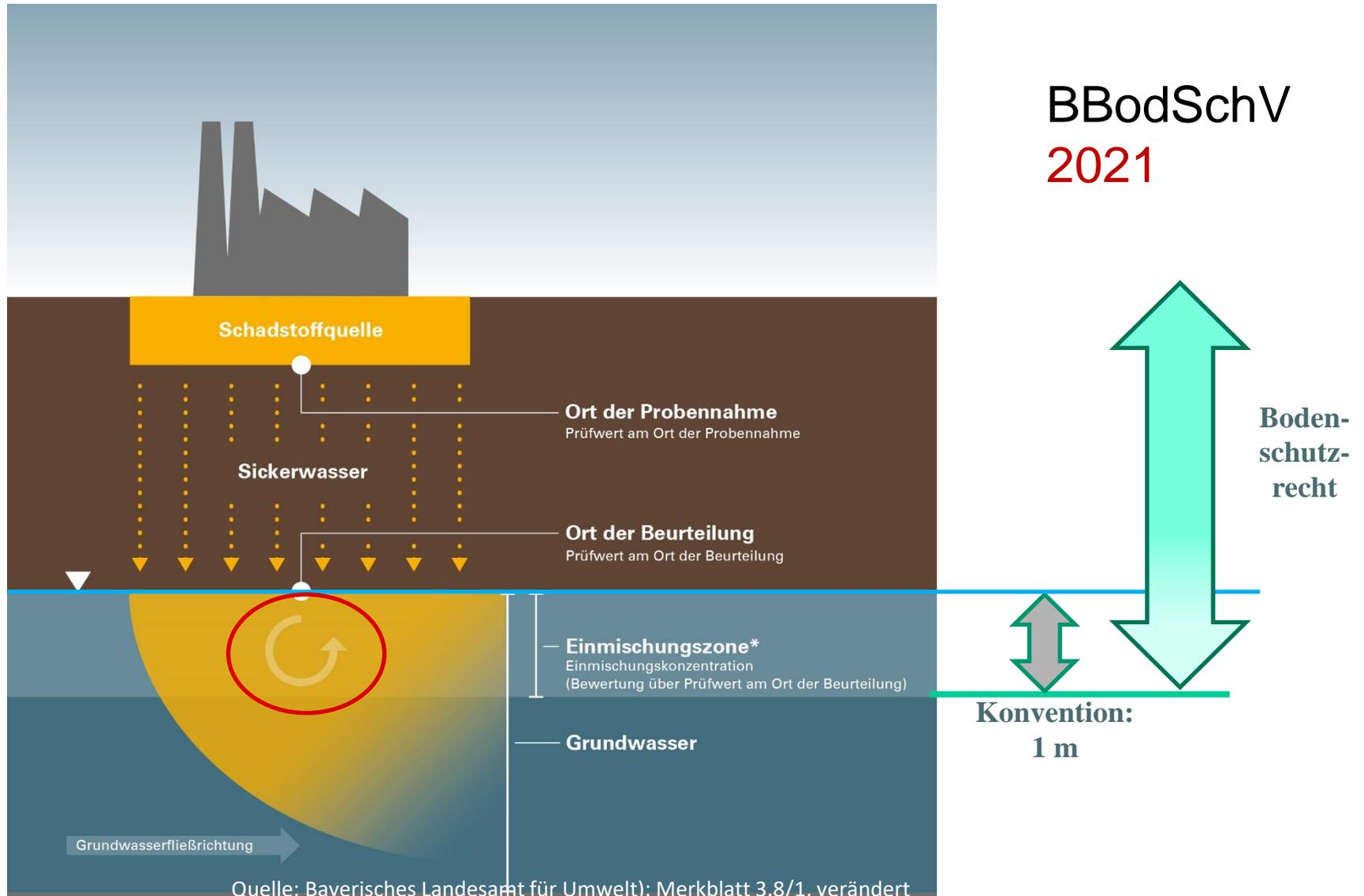
§ 13 BBodSchV – Detailuntersuchung

(5) Ergibt sich auf Grund einer Abschätzung nach § 12 Absatz 3 der hinreichende Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast, sollen durch eine weitergehende **Sickerwasserprognose** die Schadstoffeinträge in das Grundwasser abgeschätzt werden. **Ergänzend kann die zuständige Behörde eine Einmischungsprognose verlangen.**

Einmischungsprognose



Einmischungsprognose



Mathematische Grundlage der Einmischungsprognose

C_{mix} ist mit dem Prüfwert der BBodSchV zu vergleichen

$$C_{\text{mix}} = \frac{c_{\text{O.d.B.}} \cdot v_{\text{SW}} \cdot L_{\text{Q}} + c_{\text{Zu}} \cdot v_{\text{f}} \cdot d_{\text{mix}}}{v_{\text{SW}} \cdot L_{\text{Q}} + v_{\text{f}} \cdot d_{\text{mix}}}$$

mit:

- c_{mix} : Einmischungskonzentration [g/m^3] oder [g/L]
- $c_{\text{O.d.B.}}$: flächenrepräsentative Sickerwasserkonzentration am Ort der Beurteilung [g/m^3] oder [g/L]
- c_{Zu} : Grundwasserkonzentration im Zustrom (Zustromkonzentration) [g/m^3] oder [g/L]
- v_{SW} : Grundwasserneubildung (Sickerwasserrate) [m/a]
- v_{f} : Grundwasserfließgeschwindigkeit (Filtergeschwindigkeit) [m/a]
- L_{Q} : Länge der Schadstoffquelle mit Prüfwertüberschreitung am Ort der Beurteilung in Grundwasserfließrichtung [m]
- d_{mix} : Tiefe der Einmischungszone [m], pauschal festgelegt auf 1 m.

„Verdünnungsfaktor“

$$VF = \frac{c_{\text{OdB}}}{c_{\text{mix}}}$$

Je **größer** der **Verdünnungsfaktor VF** ist,
desto **größer** ist der **Einfluss der Einmischungsprognose**

VF kann auch mittels ALTEX-1D ermittelt werden

Einflussfaktoren für die Einmischungsprognose

Je **kleiner** die schadstoffbelastete **Fläche** (in GW-Fließrichtung) ist, bzw.
je **schneller** das **Grundwasser** fließt, bzw.
je **geringer** die **Sickerwasserrate** ist

desto **größer** ist die **Verdünnung** im obersten Meter des Aquifers, bzw.
desto **größer** ist der **Einfluss der Einmischungsprognose**

Beispiele für „Verdünnungsfaktoren“

Tab. 1: Mittels ALTEX-1D errechnete Verdünnungsfaktoren in Abhängigkeit von den Abmessungen der kontaminierten Fläche und der Einmischtiefe Quelle: HLNUG, Boden und Altlasten – Nachrichten aus Hessen 2022

	Fläche der Kontamination [m ²]	Länge der kontaminierten Fläche in Grundwasserfließrichtung [m]	Breite der kontaminierten Fläche [m]	Einmischtiefe [m]	Mit ALTEX-1D errechneter Verdünnungsfaktor
Beispiel 1	10000	100	100	1	1,3
Beispiel 2	10000	1000	10	1	1,0
Beispiel 3	10000	10	1000	1	3,7
Beispiel 4	100	10	10	1	3,7
Beispiel 5	10000	100	100	4	12

Je größer der Verdünnungsfaktor ist, desto günstiger ist es für den Pflichtigen

Was machte eigentlich ALTEX-1D ?

- Bisher war das excelbasierte Prognosetool ALTEX-1D Bestandteil der LABO-“Arbeitshilfe Sickerwasserprognose bei Detailuntersuchungen“.
- ALTEX-1D hat sich bewährt hat, jedoch ist das Sicherheitskonzept veraltet
- In der aktualisierten Arbeitshilfe wird auf ALTEX-1D oftmals verwiesen
- ALTEX-1D wird zurzeit überarbeitet und soll **webbasiert** zur Verfügung gestellt werden. Mit der Veröffentlichung der webbasierten Version ist **2025** zu rechnen.



LABO

**Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft
Bodenschutz**

Arbeitshilfe zur Sickerwasserprognose

(Entwurf 18.01.2024)

Aufbau der Arbeitshilfe

- **Einführende Kapitel**
- **Orientierende Untersuchung**
- **Detailuntersuchung**
- **Anhänge** (gelten für **OU** und **DU**)
 - Materialuntersuchungen (inkl. Elution)
 - In-situ-Untersuchungen
 - Abbau- und Rückhaltewirkung der wasserungesättigten Zone
 - Grundwasseruntersuchungen
 - Beispiele für die Herleitung einer flächenrepräsentativen Sickerwasserkonzentration am Ort der Beurteilung
 - Basisinformationen zu umweltrelevanten Schadstoffen
 - Beschreibung der Schadstoffquelle, des Freisetzungsverhaltens und der Transportprognose
 - ...

OU versus DU

OU

- **Materialuntersuchungen:** i. d. R. **verbal-argumentativ** auf Grundlage von Elutionsuntersuchungen ergänzt durch Feststoffuntersuchungen
- Im Einzelfall analytische Modelle wie ALTEX-1D
- **Grundwasseruntersuchungen:** Evtl. sinnvoll bei geringen GW-Flurabständen, mit **Rückschlüssen** auf den OdB

DU

- **Materialuntersuchungen:** Analytische oder numerische **Modelle**
- **Grundwasseruntersuchungen** mit **Rückrechnungen** auf den OdB, insbesondere bei **Altablagerungen**
- **Selten: In-situ-Untersuchungen** (Bodenluft, direct-push)

Blick in die Zukunft

Materialuntersuchungen:

- Nur diese erlauben einen Blick in die Zukunft.
- Ein Verdachtsausschluss möglich

Grundwasseruntersuchungen:

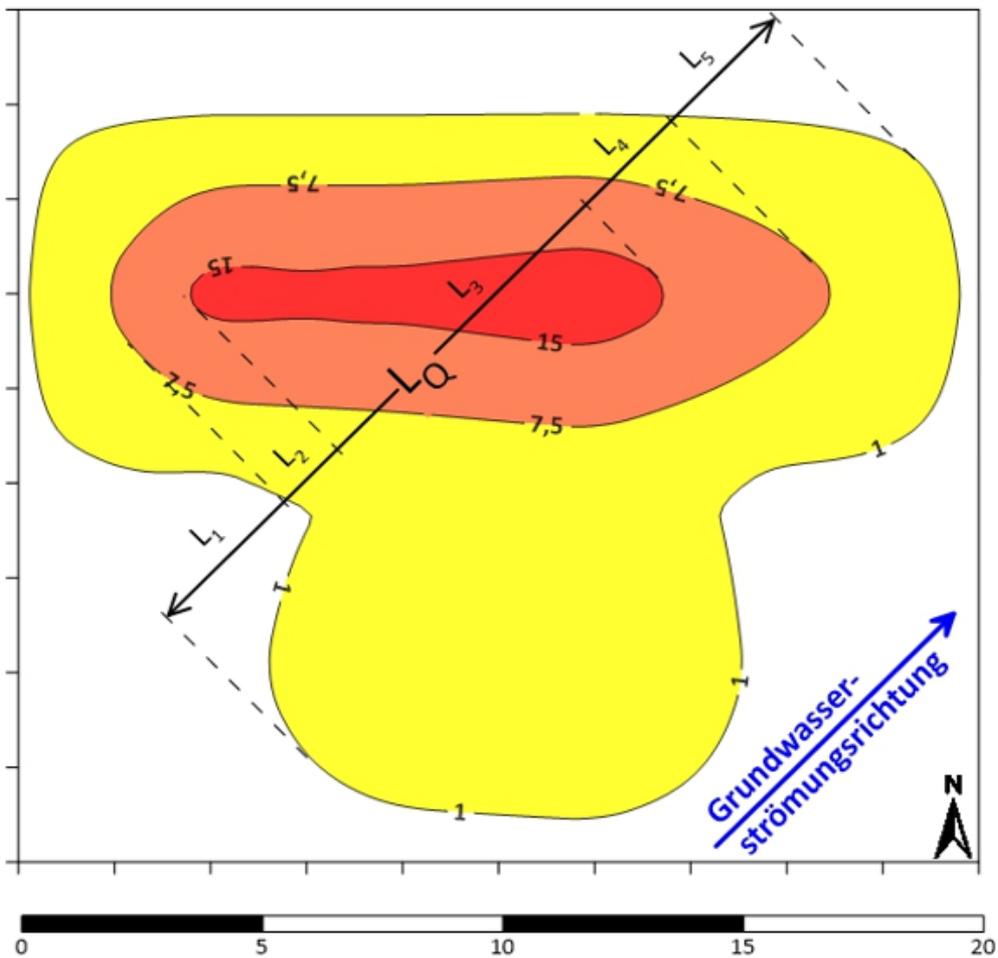
- Die Schadstoffe sind möglicherweise noch nicht am OdB angekommen
- Daher ist i. d. R. kein Verdachtsausschluss möglich

Neue Inhalte der LABO-Arbeitshilfe

Anhang 5:

Beispiele für die Herleitung einer
flächenrepräsentativen Sickerwasserkonzentration
am Ort der Beurteilung
und der **Länge einer Schadstoffquelle**
in Grundwasserströmungsrichtung

x-fache Prüfwert-Überschreitung am Ort der Beurteilung



SW-NE	L	c	
Segment 1	3,45	7,5	1,45
Segment 2	1,55	15	1,30
Segment 3	7,33	22,5	9,21
Segment 4	2,50	15	2,09
Segment 5	3,07	7,5	1,29
$L_Q =$	17,90	$c_{OdB} =$	15,34

