A decorative graphic consisting of four vertical bars of varying heights is located in the top left corner.

# Bedeutung und Umgang mit den GFS-Werten für das Grundwasser und den Prüfwerten für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser

JOCHEN STARK

REFERAT 22 – BODEN, ALTLASTEN

24. Karlsruher Altlastenseminar 2024

Aus Altlasten lernen – von der Altlastensanierung zum vorsorgenden Boden- und Grundwasserschutz

19. Juni 2024



Baden-Württemberg

# Gliederung

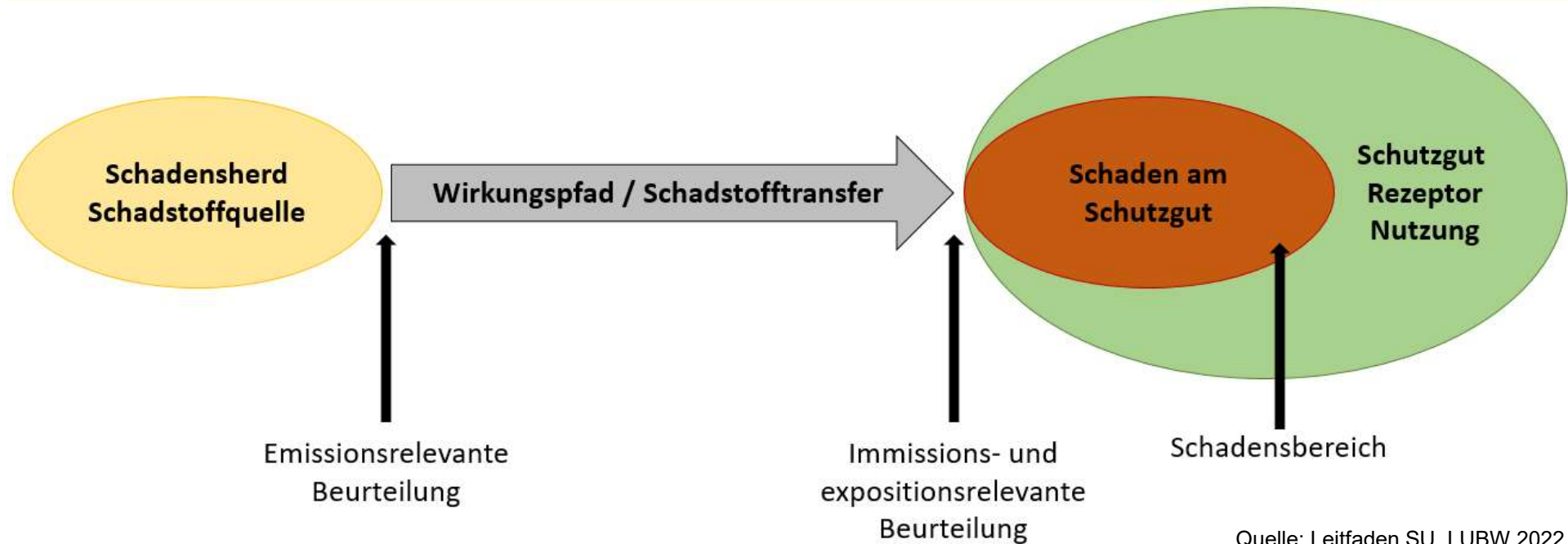
1. Grundlagenverständnis – Begriffsklärungen
2. Bodenschutzrecht und Wasserrecht
3. Definition GFS-Werte – früher und heute
4. Vorsorge mit Bezug zum Wasserrecht
5. Nachsorge mit Bezug zum Wasserrecht
6. Bodenschutzrechtliche Prognoseinstrumente
7. Gefahrenbeurteilung Grundwasser
8. Beeinträchtigung Oberflächengewässer
9. Sanierungsziele Altlast
10. Fazit

**„Alle Dinge sind Gift, und nichts ist ohne Gift;  
allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift sei.“  
(Paracelsus, Schweizer Arzt, 1538)**

- **Gefahr:** ist die Fähigkeit einer Substanz oder Situation, einen **Schaden** zu verursachen
  - die **Gefährdungsabschätzung/-beurteilung** ist eine **Prognose**
  - **Schaden oder Schädigung** ist die **realisierte Gefahr** !
- **Risiko:** ist die **Wahrscheinlichkeit**, dass ein **Schaden** entstehen kann
- **Risiko** hängt neben dem **Ausmaß der Gefahr / Gefährlichkeit** von der **Exposition** ab
  - **Ausrichtung** (Exposition) der **Gefahr** auf das **Schutzgut**
- **Risiko (eines Schadens) = Gefahr x Exposition**



# Beurteilung von Gefahren



Quelle: Leitfaden SU, LUBW 2022

Schema zu Emission und Immission einer Schadstoffausbreitung

**Prüfwerte der BBodSchV sind Emissionswerte !**

**GFS-Werte der LAWA sind Immissionswerte !**

Folie 4

# Unterschied Vor- und Nachsorge

- Die **nachteilige Veränderung** des Grundwassers ist dann nicht zu besorgen (→ BESORGNISGRUNDSATZ in der Vorsorge), wenn die Veränderung durch ein **Vorhaben** hinreichend unwahrscheinlich ist
- Welche Voraussetzung für die **Feststellung einer Gefahr** besteht im Grundwasser durch eine **Altlast** oder **SBV** in der Nachsorge ?
- → Bei **ungehindertem Geschehensablauf** in absehbarer Zeit ist eine schädliche Veränderung des Grundwassers hinreichend wahrscheinlich
- → elementare **unterschiedliche Wahrscheinlichkeitsszenarien** in der **Vor- und Nachsorge**
- **Vorsorge** wird immer durch ausreichende große **Sicherheitsabstände** bzw. geringe Wahrscheinlichkeiten zum **Schaden** realisiert
- *Vergleich: Straßenverkehr mit Geschwindigkeitsbeschränkungen*

# BBodSchG – Bezug zum Wasserrecht

§ 4 Pflichten zur Gefahrenabwehr in Absatz 4, Satz 3 BBodSchG:

**„Die bei der Sanierung von Gewässern zu erfüllenden Anforderungen bestimmen sich nach dem Wasserrecht.“**

Dies bedeutet, dass die materiellen Bestimmungen oder inhaltlichen Anforderungen des Wasserrechts → **GFS-Werte der LAWA** heranzuziehen sind, wenn bodenschutzrechtlich Gefahren durch Altlasten für das Grundwasser abzuwehren sind.

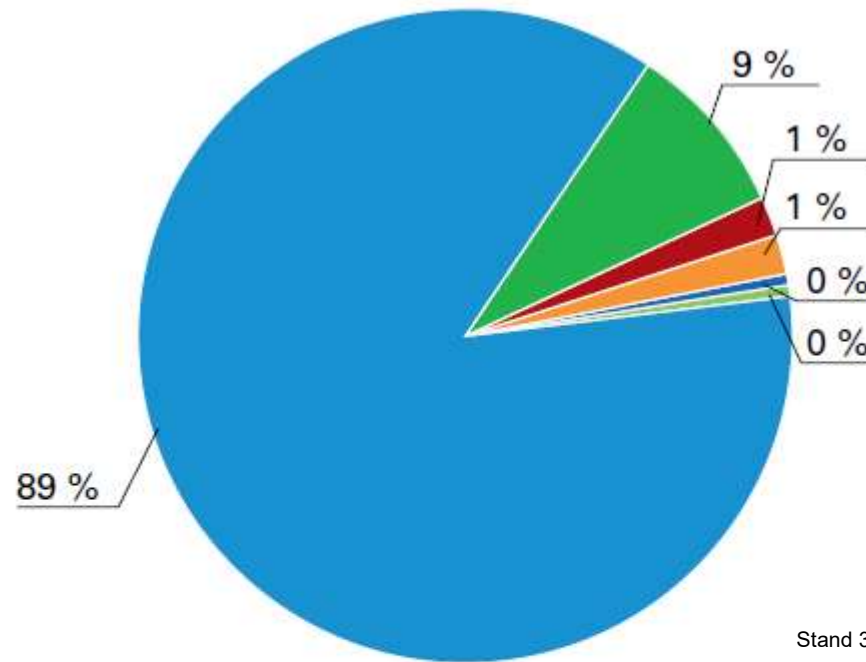
Aufgrund der materiellen Grundentscheidungen zum WHG ist nicht verunreinigtes Grundwasser ein Schutzgut der **öffentlichen Sicherheit und Ordnung** !

→ **Schaden = Störung** der öffentlichen Sicherheit und Ordnung

→ große Bedeutung des Wasserhaushalts für das Wohl der Allgemeinheit

→ von der Nutzung unabhängiger Grundwasserschutz

# Wirkungspfade altlastverdächtiger Flächen und Altlasten



- Boden - Grundwasser
- Boden - Mensch
- Boden - Nutzpflanze
- Boden - Oberflächengewässer
- Gefahren durch Deponiegas
- sonstige Gefahren

## Definition GFS-Wert 2004 (LAWA)

- Die LAWA hatte 2004 „zur bundeseinheitlichen Bewertung von Grundwasserverunreinigungen einen Maßstab“ definiert, „bis zu welchen Stoffkonzentrationen anthropogene, räumlich begrenzte Änderungen der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers als geringfügig einzustufen sind und ab welcher Konzentration eine Grundwasserverunreinigung (= Grundwasserschaden) vorliegt“.
- „Ein hierfür von der **Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)** als geeignet angesehener **Maßstab** ist die **Geringfügigkeitsschwelle (GFS)**.“
- "Die **Geringfügigkeitsschwelle** bildet die Grenze zwischen einer geringfügigen Veränderung der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers und einer schädlichen Verunreinigung.“



## Definition GFS-Wert 2016 (LAWA)

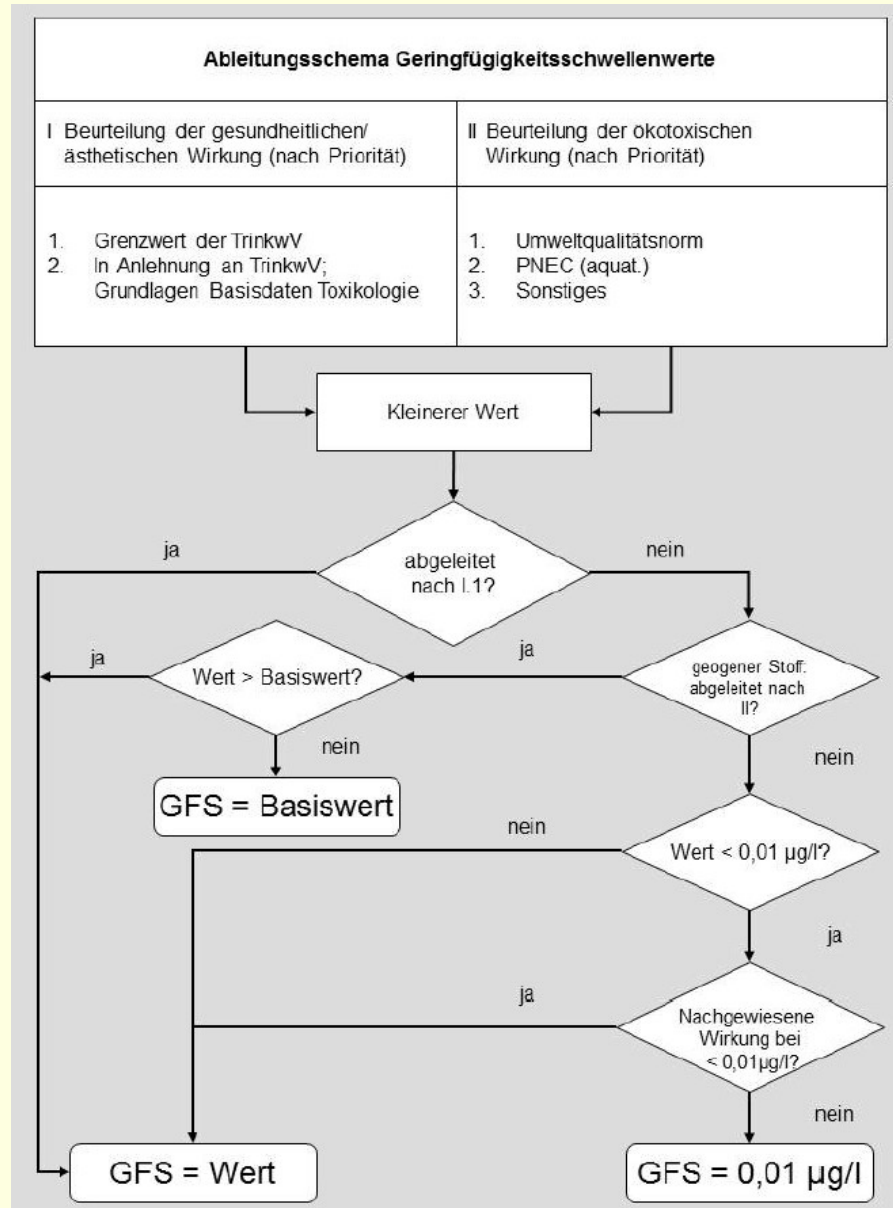
- „Zur bundeseinheitlichen Bewertung von Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit, die bereits eingetreten [→ Nachsorge] sind oder die es zu verhindern [→ Vorsorge] gilt, werden nachvollziehbare und einheitliche Bewertungskriterien benötigt.“
- „**Ein hierfür von der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) als geeignet angesehener Maßstab ist die Geringfügigkeitsschwelle (GFS).**“
- „Hierzu gehört vor allem ein Maßstab, bis zu welchen Stoffkonzentrationen anthropogene, räumlich begrenzte Änderungen der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers als **geringfügig** einzustufen sind und ab welcher Konzentration eine nachteilige **Veränderung** der Wasserbeschaffenheit des Grundwassers vorliegt.“

# Paradigmenwechsel

- Neudefinition der GFS-Werte von „schädlicher Verunreinigung des Grundwassers bzw. Grundwasserverunreinigung (=Grundwasserschaden)“ von 2004 zu „**nachteiliger Veränderung der Wasserbeschaffenheit des Grundwassers**“ 2016/2017 sowie
- der teilweise deutlichen Absenkung der GFS-Werte, insbesondere der Schwermetalle (z.B. Arsen, Blei oder Kupfer)
- durch eine **neue Ableitungssystematik** der ökotoxikologischen Wirkung  
→ Berücksichtigung von Grundprinzipien der Ableitung von PNEC-Werten (Predicted No-Effect Concentration) und UQN-Werten (Umweltqualitätsnorm) im **aquatischen Ökosystem** (→ siehe OGewV)  
→ Basisabfluss / Trockenwetterabfluss gespeist aus Grundwasser
- GFS-Werte erfüllen seit 2017 auch die Funktion der **Vorsorge** und nicht mehr ausschließlich der **Nachsorge** !!!

# Ableitungsschema

## Geringfügigkeitsschwellenwerte der LAWA



Quelle:  
LAWA 2017, GFS-Bericht,  
Seite 24

# Anwendungsbereiche der Geringfügigkeitsschwellenwerte



# Wasserrechtliche Beurteilung

einer nachteiligen Veränderung des Gewässers  
[WHG vom 31.07.2009 in der aktuellen Fassung]:

## **Nachteilige Veränderung des Gewässers/Grundwassers**

regelt in § 48 Abs. 1 WHG, dass das Einbringen und Einleiten von Stoffen ins Grundwassers nur dann erlaubt werden kann, wenn keine nachteiligen Veränderungen der Wasserbeschaffenheit zu besorgen sind  
[→ Besorgnisgrundsatz, wasserrechtliche Erlaubnis].

Geeignet angesehener Maßstab ist die Geringfügigkeitsschwelle (GFS).  
[UBA 151/2020, Seite 47/48].

**Bei GFS-Wert-Überschreitung liegt (zunächst) eine  
→ nachteilige Veränderung des Grundwassers vor !**

# Anwendungsbereich Wasserrecht

## 3.1.1 Vorsorgender Gewässerschutz LAWA

- Zur Reinhaltung des Grundwassers sind insbesondere die Anforderungen des **§ 48 WHG** zu – der sog. **Besorgnisgrundsatz** – zu beachten.
- Eine **Besorgnis** liegt bereits dann vor, wenn eine noch so entfernte Wahrscheinlichkeit des Eintretens einer **nachteiligen Veränderung** nach menschlicher Erfahrung gegeben ist.
- Die Veränderung der Wasserbeschaffenheit ist **nachteilig**, wenn sie eine **nicht nur geringfügige Beeinträchtigung** im Vergleich zur natürlichen Grundwasserbeschaffenheit darstellt.
- Maßstab sind die **GFS-Werte** der LAWA
- Sind die GFS-Werte im GW überschritten, besteht zunächst ein Anhaltspunkt für eine schädliche Gewässerveränderung

# Anwendungsbereich Bodenschutz-/Abfallrecht

## 3.2 Vorsorge LAWA

- In der Vorsorge sind die **Geringfügigkeitsschwellen** bei Eintritt in das Grundwasser sind einzuhalten:  
→ **unterschnittene GFS-Werte** als **Sickerwasser (Emission)** stellen sicher, dass im **Grundwasser (Immission)** keine **Besorgnis einer nachteiligen Veränderung** besteht !
- Das **Werteniveau** der **GFS** gilt für den **Ort der Beurteilung**
- **Bodenmaterial**, das die **Vorsorgewerte** der **BBodSchV** in **Anlage 1** einhält, erfüllt die Anforderungen des vorsorgenden **Bodenschutzes** sowie die Anforderungen des vorsorgenden **Grundwasserschutzes**
- Stofffreisetzungen durch mineralische Ersatzbaustoffe in technischen Bauwerken sowie durch das Einbringen von Material unter- und außerhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht haben die **GFS-Werte** **am Ort der Beurteilung** sicher und dauerhaft einzuhalten

# Anwendungsbereich Bodenschutz-/Abfallrecht

## 3.2 Vorsorge LAWA

- GFS-Werte am Ort der Beurteilung für **anorganische Stoffe** aus unbelasteten Böden sind eingehalten, wenn das Sickerwasser das **natürliche Hintergrundniveau** einhält.
- „Für die Bewertung von Stofffreisetzungen in der ungesättigten Bodenzone gelten die GFS-Werte am Ort der Beurteilung als eingehalten, wenn die Konzentrationen der Schadstoffe im Sickerwasser das **natürliche Hintergrundwertenniveau** für Stoffe im Sickerwasser nicht überschreiten.
- Die Konzentration der Stoffe im Sickerwasser wird durch die Untersuchung von **Eluaten** abgeschätzt.“  
[LAWA GFS-Werte, Seite 18]



# Vorsorgewerte Anlage 1 BBodSchV

## Tab. 4 BBodSchV – Materialien für das Auf- oder Einbringen unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht

- **natürliches Bodenmaterial** wässriges Eluat bei W/F-Verhältnis von 2 L/kg → GFS-Werte als wasserrechtlicher Bezugsmaßstab
- **95. Perzentilwerte (= Hintergrundwerte)**  
anorganische Stoffe (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Tl, Zn)  
→ z.T. sehr deutliche Überschreitungen der GFS-Werte;  
aber: keine nachteilige Grundwasserveränderungen festzustellen!
- **methodenspezifische wässrige Eluate W/F 2:1**
- Hintergrundwerte kleiner als GFS-Werte → GFS-Werte übernommen
- Hintergrundwerte größer als GFS-Werte → 95. Perzentilwerte aus 879 Bodenproben als Eluatwerte für die Vorsorge gewählt  
[Quelle: DS 494/21 BR, Seite 309]

# Vorsorgewerte Anlage 1 BBodSchV

## Tab. 4 BBodSchV – Materialien für das Auf- oder Einbringen unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht

Stoff	Feststoffwert [mg/kg TM]	Eluatwert [µg/l]		GFS-Wert [µg/l]
		bei TOC-Gehalt < 0,5 %	bei TOC-Gehalt ≥ 0,5 %	
<b>Anorganische Stoffe</b>				
Arsen	20	8	13	3,2
Blei	140	23	43	1,2
Cadmium	1	2	4	0,3
Chrom <sub>gesamt</sub>	120	10	10	
Kupfer	80	20	41	5,4
Nickel	100	20	31	7,0
Quecksilber	0,6	0,1	0,1	0,1
Thallium	1	0,2	0,3	0,2
Zink	300	100	210	
Sulfat <sup>1</sup>		250 000	250 000	250 000
<b>Organische Stoffe</b>				
Summe aus PCB <sub>6</sub> und PCB-118	0,1	0,01	0,01	0,01
PAK <sub>16</sub>	6			
PAK <sub>15</sub> <sup>2</sup>		0,2 <sup>3</sup>	0,2 <sup>3</sup>	0,2
Naphthalin und Methylnaphthaline		2 <sup>3</sup>	2 <sup>3</sup>	2,0
Extrahierbare organisch gebundene Halogene (EOX) <sup>4</sup>	1			

# Anwendungsbereiche der Geringfügigkeitsschwellenwerte



# Wasserrechtliche Beurteilung

einer schädlichen Veränderung des Gewässers

[WHG vom 31.07.2009 in der aktuellen Fassung]:

- **Schädliche Veränderung des Gewässers/Grundwassers** bedeutet nach § 3 Nr. 10 WHG, dass Veränderungen von Gewässereigenschaften vorliegen, die das Wohl der Allgemeinheit, insbesondere die öffentliche Wasserversorgung beeinträchtigen. Ob und inwieweit das Eintreten schädlicher Veränderungen der Eigenschaften des Grundwassers vorliegen, ist einzelfallbezogen zu prüfen und zu beurteilen. [UBA 151/2020, Seite 47/48].
- Bei **signifikanter Überschreitung der GFS-Werte (Konzentration und Volumen im Grundwasser)** liegt eine räumlich abgrenzbare → **schädliche Gewässerveränderung vor !**

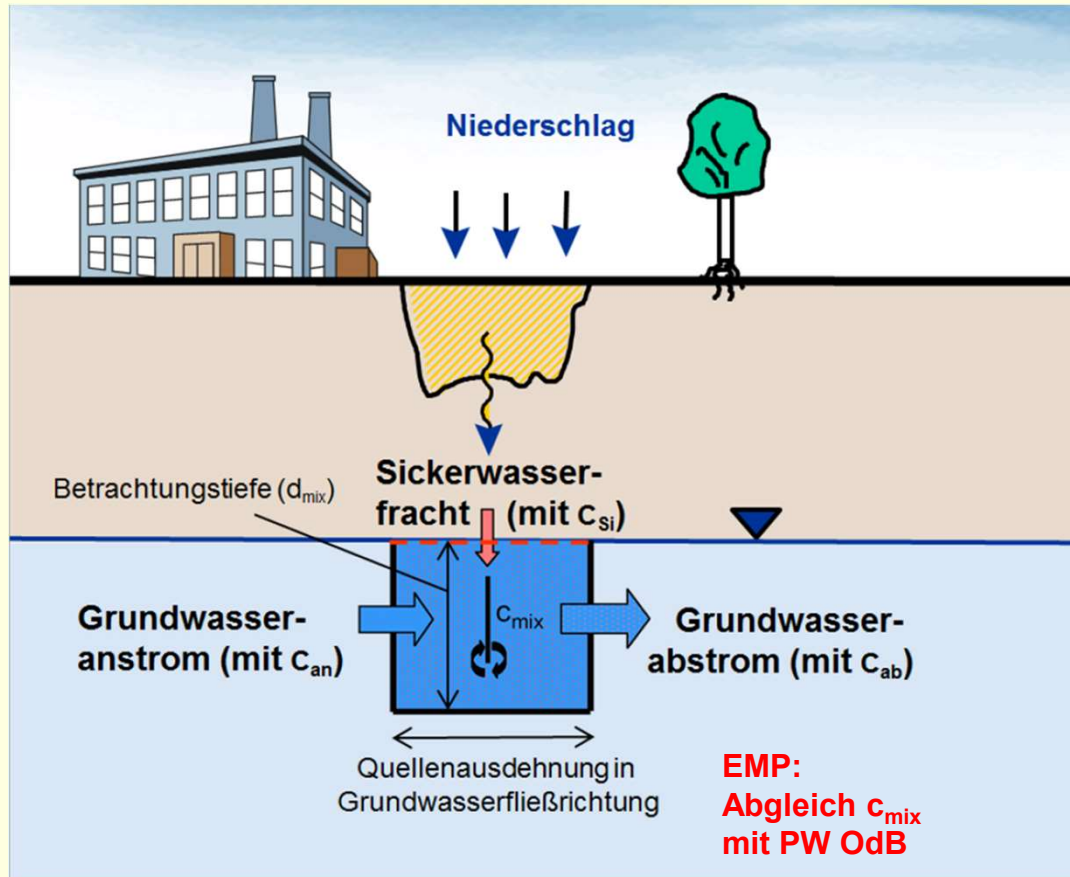
**Signifikanz: Ausmaß mit Raum-Zeit-Messungen feststellen**

# Anwendungsgrundsätze Kap. 3.3 LAWA

GFS-Werte sind die fachliche Grundlage und Ausgangspunkt für die Ableitung von Prüfwerten für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser

- 1. Methodenspezifische Prüfwerte** unter Berücksichtigung des natürlichen Wertenniveaus in W/F 2:1 [L/kg] Bodeneluaten  
→ Prüfwerte für anorganische Stoffe [ $\mu\text{g/L}$ ] am Ort der Probenahme  
Anlage 2 Tabelle 1 BBodSchV (2021)
- 2. Abbau- und Rückhaltevermögen** bei der Sickerwasserprognose berücksichtigen  
→ natürliche Schadstoffminderung § 17 Abs. 4 BBodSchV (2021)
- 3. Einmischprognose** in einem begrenztem Volumen  
→ Einmischungsprognose § 12 Abs. 3, § 13 Abs. 5 und § 14 Abs. 5 BBodSchV (2021)

# Einmischungsprognose BBodSchV (KANN-Regelung – Berechnung)



konzeptionelles Modell zur Beschreibung des Einmischungsprozesses (1 m) von Bernhard Engeser, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover (2009)

$$c_{mix} = (c_{sw} * v_{sw} * LQ + c_{GW} * v_{GW} * d_{mix}) / (v_{sw} * LQ + v_{GW} * d_{mix})$$

Mit  $c_{mix}$  = mittlere Schadstoffkonz. im virtuellen GW-Volumen [g/L]

$c_{sw}$  = mittlere Schadstoffkonz. im Sickerwasser [g/L]

$v_{sw}$  = Sickerwasserrate

[m/a]

$c_{GW}$  = mittlere Schadstoffkonz. im Grundwasser [g/L]

$v_{GW}$  = Filtergeschw. d. GW (n. Darcy)

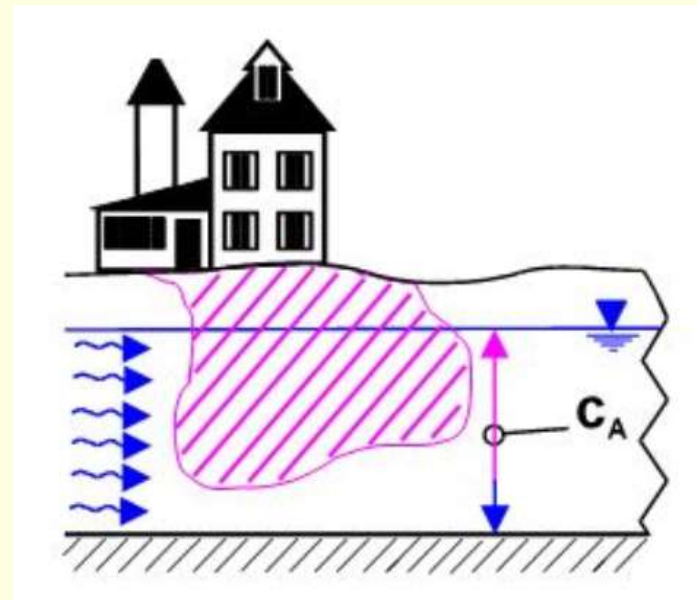
[m/a]

LQ = Länge der Schadstoffquelle zur Fließrichtung [m]

$d_{mix}$  = Mächtigg. d. virt. GW-Vol. per Def. = 1 [m]

seit VwV OW 1993 und  
seit 2008

LF Untersuchungsstrategie GW:



**Immissionsbegrenzung:**

$c_A < \text{GFS-Wert tiefengemittelt, max. 30 m im Aquifer}$

**Emissionsbegrenzung:**

$E_{max}$ -Werte [g/d] einhalten

# Anwendungsgrundsätze Kap. 3.3 LAWA 2016

- 4. Doppelte Basiswerte** bei ökotoxikologisch begründeten GFS-Werten als ausreichender Abstand zu Hintergrundkonzentrationen im Grundwasser → Eluatwerte der Vorsorgewerte Anl. 1 Tab 4 u. 5 mit Faktor 2 für Prüfwerte der Anl. 2 Tab 1 anorganische Stoffe am Ort der Probenahme BBodSchV (2021)

**Tabelle 4: Werte zur Beurteilung von Materialien für das Auf- oder Einbringen unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht**

Stoff	Feststoffwert [mg/kg TM]	Eluatwert [µg/l]	
		bei TOC-Gehalt < 0,5 %	bei TOC-Gehalt ≥ 0,5 %
<b>Anorganische Stoffe</b>			
Arsen	20	8	13
Blei	140	23	43
Cadmium	1	2	4

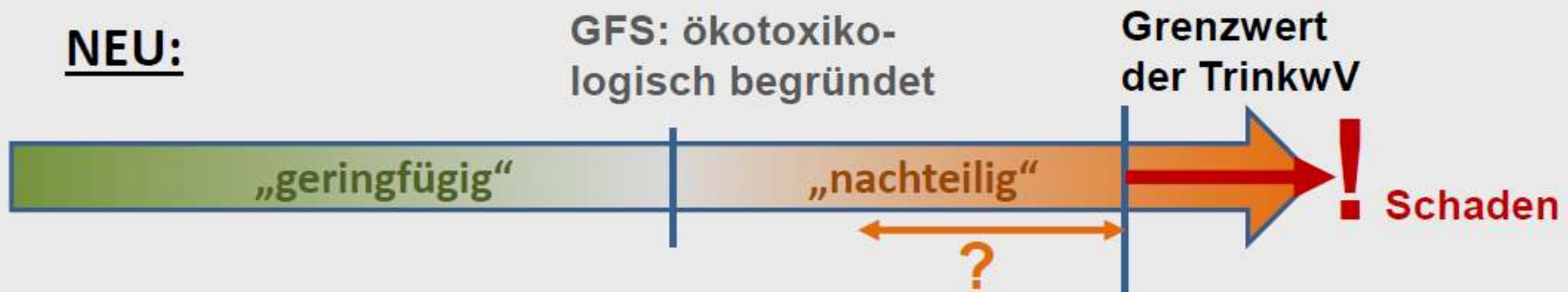
**Tabelle 1: Prüfwerte für anorganische Stoffe für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser am Ort der Probenahme**

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

- 5. human- oder ökotoxikologisch begründete GFS-Werte** in Abhängigkeit, ob das Schutzgut Oberflächengewässer betroffen ist → Begründung BBodSchV 2021, S. 313/314 für die Ableitung der Prüfwerte der anorganischen und organischen Stoffe

# Anwendungsgrundsätze Kap. 3.3 LAWA 2016

## 5. Anwendungsgrundsatz: Schutzgutbezug bei ökotoxikologisch begründeten GFS



Überschreiten die Stoffkonzentrationen im Grundwasser die Schwellen der *TrinkwV* ..., liegt eine schädliche Gewässeränderung vor.

Unterschreiten die Stoffkonzentrationen die Schwellen der *TrinkwV*..., überschreiten jedoch die Schwellen für die ökotoxische Wirkung, ist zu prüfen, inwieweit **Beeinträchtigungen von Oberflächengewässern oder grundwasserabhängigen Landökosystemen vorliegen können**.



# Bodenschutzrechtliche Prognoseinstrumente

hinsichtlich der Gefahrenbeurteilung (WP Boden-Grundwasser) eines Grundwasserschadens bzw. einer schädlichen Gewässerveränderung:

## 1. Sickerwasserprognose

in § 2 (Nr. 15), § 10 (4), § 12 (3), § 13 (5) und § 14 (1 bis 5) BBodSchV:  
**Prognose, ob nicht nur am Ort der Probenahme (ODP), sondern auch am Ort der Beurteilung (ODB) eine Überschreitung von Prüfwerten (PW) zu erwarten ist.**

a)  $C_{\text{ODB}} < \text{PW}$  → Anfangsverdacht ist ausgeräumt,  
keine altlastverdächtige Fläche mehr

„Belassen mit Entsorgungsrelevanz“ hinsichtlich Wirkungspfad WP  
Boden-GW, da die Prüfwerte (PW) am Ort der Probenahme (ODP)  
überschritten sind.

b)  $C_{\text{ODB}} > \text{PW}$  → hinreichender Verdacht auf eine nachteilige  
Veränderung des Grundwassers → weiter prüfen!

# Bodenschutzrechtliche Prognoseinstrumente

hinsichtlich der Gefahrenbeurteilung (WP Boden-Grundwasser) eines Grundwasserschadens bzw. einer schädlichen Gewässerveränderung:

## 2. Einmischungsprognose (EMP)

in § 12 (3), § 13 (5) und § 14 (5) als KANN-Regelung BBodSchV:

**Prognose, ob in einem rechnerisch ermittelten Einmischvolumen eine Überschreitung von Prüfwerten zu erwarten ist.**

a)  $C_{\text{mix}} < PW \rightarrow$  hinreichender Verdacht ausgeräumt,  
keine altlastverdächtige Fläche mehr.

„Belassen Einmischung“ hinsichtlich Wirkungspfad Boden-GW

b)  $C_{\text{mix}} > PW \rightarrow$  hinreichender Verdacht auf eine schädliche  
Veränderung des Grundwassers  $\rightarrow$  weiter prüfen!

$\rightarrow$  vertiefte DU mit Bau und Beprobung von GW-Messstellen

# Überschreitung der GFS-Werte

gemäß Anwendungsgrundsätze der LAWA GFS-Papier 2016

- Der Tatbestand einer schädlichen Gewässeränderung im **nachsorgenden Gewässerschutz** wird in **Kap. 3.1.2** beschrieben: „**Zum Eintritt einer schädlichen Gewässeränderung wird auf Kap. 3.3 hingewiesen.**“ [LAWA 2017, Seite 17]
- In **Kap. 3.3 Nr. 5** steht mit dem Hinweis des Vorrangs der Schwellen der gesundheitlichen (humantoxikologischen) und sensorischen Wirkung: „Überschreiten die Stoffkonzentrationen im Grundwasser die Schwellen der gesundheitlichen oder sensorischen Wirkung (I) liegt eine schädliche Gewässeränderung vor.“ [LAWA 2017, Seite 19]
- **gesundheitliche Bewertung** → TrinkwV oder grundsätzlich die **Trinkbarkeit des Wassers**

# Überschreitung der GFS-Werte

gemäß Anwendungsgrundsätze der LAWA GFS-Papier 2016

- „Unterschreiten die Stoffkonzentrationen die Schwellen der gesundheitlichen oder sensorischen Wirkung (I), überschreiten jedoch die Schwellen für die **ökotoxische Wirkung** (II), ist zu prüfen, inwieweit Beeinträchtigungen von Oberflächengewässern oder grundwasserabhängigen Landökosystemen vorliegen können.“  
[LAWA 2017, Seite 19]

# LUBW-Neuberechnung der $E_{\max}$ -Werte

Tabelle 1: Prüfwerte, GFS-Werte und  $E_{\max}$ -Werte für anorganische Parameter

Anorganische Parameter	Prüfwert BBodSchV (1999) [ $\mu\text{g/l}$ ]	Prüfwert <sup>A</sup> BBodSchV (2021) [ $\mu\text{g/l}$ ]	GFS-Wert LAWA (2017) [ $\mu\text{g/l}$ ]	$E_{\max}$ - Wert berechnet [g/d]	$E_{\max}$ - Wert gerundet [g/d]
Aluminium	150 <sup>B</sup>			324 <sup>C</sup>	324
Ammonium	500 <sup>B</sup>			1080 <sup>C</sup>	1080
Antimon	10	5	5	10,8	10,8
Arsen	10	10	3,2	6,912	6,9
Barium			175	378	378
Blei	25	10	1,2	2,592	2,6
Bor		1000	180	388,8	389
Cadmium	5	3	0,3	0,648	0,6
Chrom ges.	50	50	3,4 <sup>P</sup>	7,344	7,3
Chrom (VI)	8	8			
Kobalt	50	10	2	4,32	4,3
Kupfer	50	50	5,4	11,664	11,7
Molybdän	50	35	35	75,6	75,6
Nickel	50	20	7	15,12	15,1
Quecksilber	1	1	0,1	0,216	0,2
Selen	10	10	3	6,48	6,5
Thallium	8 <sup>B</sup>		0,2	0,432	0,4
Vanadium			4	8,64	8,6
Zink	500	600	60	129,6	130

# LUBW-Tabellenwerk: Bausteine der GFS-Werte

Tabelle 1: Bausteine der GFS-Werte, GFS-Werte, E<sub>max</sub>-GFS, E<sub>max</sub>-humantox sowie Grenzwerte der TrinkwV (2023) für anorganische Parameter

anorganische Parameter	Die Bausteine der GFS-Werte 2017			GFS-Werte 2017 *** [µg/l]	E <sub>max</sub> -GFS [g/d]	E <sub>max</sub> -humantox [g/d]	Grenzwerte TrinkwV 2023 [µg/l]
	Gesundheitliche/ ästhetische Wirkung (humantox) TrinkwV 2001/ analog TrinkwV [µg/l]	Ökotoxikologische Wirkung (ökotox) [µg/l]	Grundwasser-Basiswert 2015 [µg/l]				
Aluminium				150 <sup>A</sup>	324 <sup>B</sup>		200
Ammonium				500 <sup>A</sup>	1080 <sup>B</sup>		500
Antimon (Sb)	5	113	0,17	5	10,8	10,8	5
Arsen (As)	10	0,5	3,2	3,2	6,9	21,6	10 <sup>E</sup>
Barium (Ba)	1000	29	175	175	378	2.160	
Blei (Pb)	10	1,2	1,1	1,2	2,6	21,6	10 <sup>F</sup>
Bor (B)	1000	180	116	180	389	2.160	1.000
Cadmium (Cd)	3	0,19	0,3	0,3	0,6	6,5	3
Chrom (ges)	50		1,8	3,4 <sup>D</sup>	7,3 <sup>D</sup>	108	25 <sup>G</sup>
Chrom (III)		4,7					
Chrom (VI)		3,4					
Kobalt (Co)	10	0,5	2	2	4,3	21,6	<sup>G</sup>
Kupfer (Cu)	2000	3,8	5,4	5,4	11,7	4.320	2.000
Molybdän (Mo)	35	340	1,3	35	75,6	75,6	
Nickel (Ni)	20	3,6	7,1	7	15,1	43,2	20
Quecksilber (Hg)	1	0,05	0,09	0,1	0,2	2,16	1
Selen (Se)	10	3	1,3	3	6,5	21,6	10
Thallium (Tl)	0,8	0,2	0,06	0,2	0,4	1,7	
Vanadium (V)	4	5,1	1,7	4	8,6	8,4	
Zink (Zn)	5000	7,8	57,6	60	130	10.800	

# Beeinträchtigungen von Oberflächengewässern

gemäß **Begründung BBodSchV (2021)**:

- Bei der Prüfung zur Gefahrenbeurteilung kann im ungünstigen Fall bei einer 10-fachen Überschreitung des ökotoxikologischen Kriteriums eine **schädliche Gewässerveränderung** eintreten.  
→ Konventionsfaktor von 10 auf das ökotoxikologische Kriterium der GFS-Werte (Umweltqualitätsnorm, PNEC (ohne Wirkungsvermutung) [s.a. **Ableitungssystematik der Prüfwerte** in der Begründung der BBodSchV 2021, BR Drucksache 494/21, S. 313/314]
- „Bei Unterschreitung der mit dem Faktor 10 multiplizierten ökotoxikologischen GFS-Werte ist davon auszugehen, dass bei kleinräumiger Mittelung (typischerweise werden durch Altlasten nur kleine Anteile eines Wasserkörpers gemäß Wasserrahmenrichtlinie berührt) diese GFS im Gewässerbett unterschritten sind.“  
[BR Drucksache 494/21, S. 314]

# Einzelfallbezogene Beurteilung im Grundwasser

gemäß Anwendungsgrundsätze der LAWA GFS-Papier 2016 (Seite 19)

1. Zur einzelfallbezogenen Beurteilung im Grundwasser selbst, d.h. ohne Einwirkungen auf Oberflächengewässer oder grundwasserabhängige Landökosysteme:

## **Betrachtung der Humantox-Werte**

[aus Datenblättern der LAWA 2017, Anhang 3]:

### **Humantox-Wert-Überschreitung**

→ **schädliche Veränderung des Grundwassers für die Trinkbarkeit des Grundwassers**

**Signifikanz**: „Die Feststellung der Grundwasserverunreinigung durch Vergleich der Messwerte mit den GFS-Werten ist mit einer Einschätzung der **Zuverlässigkeit des Nachweises** und **räumlichen Repräsentativität** der Messung zu verbinden.“

→ Ermittlung von Art und Ausmaß der Grundwasserverunreinigung

[LAWA 2006, Seite 10]



# Einzelfallbezogene Beurteilung im Grundwasser

gemäß Anwendungsgrundsätze der LAWA GFS-Papier 2016 (Seite 19)

2. Zur einzelfallbezogenen Beurteilung im Grundwasser mit Einwirkungen auf Oberflächengewässer oder grundwasserabhängige Landökosysteme:  
**Betrachtung der Humantox-Werte** sowie  
**10-fach Ökotox-Werte**

Betrachtung bei kleinräumiger Mittelung der Ökotox-Werte

[aus Datenblättern der LAWA 2017, Kap. 3.3 Nr. 5 (Seite 19) Gefahrenbeurteilung für Oberflächengewässer / grundwasserabhängige Landökosysteme sowie Begründung BBodSchV S. 313/314]

Liegt das **Mischungsverhältnis MNQ** (Mittlerer Niedrigwasserabfluss in L/s) des Fließgewässers zum belasteten Grundwasserabfluss gerade bei **10:1**, bedeutet eine **Überschreitung von 10xÖkotox-Wert** eine  
→ **schädliche Veränderung** des Grundwassers für Einwirkungen im Oberflächengewässer.

# Beispiele einzelfallbezogene Beurteilung

Ist die Verdünnung MNQ zum GW-Abfluss kleiner als 10:1, verringert sich entsprechend der Faktor zum Ökotox-Wert

Beispiel: Liegt das Verdünnungs-Verhältnis bei 7:1, bedeutet 7 x Ökotox-Wert oder höher eine schädliche Veränderung des Grundwassers für Einwirkungen im Oberflächengewässer. → GFS-Werte werden im Basisabfluss Fließgewässer nicht eingehalten!

Ist die Verdünnung MNQ zum GW-Abfluss größer als 10:1, bleibt es beim Faktor 10 x Ökotox-Wert

Beispiel: Liegt das Verdünnungs-Verhältnis bei 30:1, bleibt es beim Abgleich mit 10 x Ökotox-Wert! Werden dieser Wert sowie der Humantox-Werte unterschritten liegt keine schädliche Veränderung des Grundwassers für Einwirkungen im Oberflächengewässer vor.

Die **schädliche Ökotox-Wirkung** von belastetem Grundwasser auf **Oberflächengewässer** durch die Altlast/SBV hinsichtlich **tolerabler Konzentrationen und Frachten im Grundwasser** ist einzelfallbezogen zu ermitteln, d.h. kann nicht pauschal in Listen festgelegt werden.

# Abschätzung der Gewässerbelastung durch rechnerische Ermittlung

- **punktuellem Eintrag** durch eine Altlast in ein Fließgewässer
- **mittlerer Niedrigwasserabfluss (MNQ)** des betroffenen Gewässers
- rechnerisch ermittelte **Immissionskonzentration  $C_{Im}$**  im Gewässer  
[in Anlehnung an den Leitfaden zur PFAS-Bewertung, BMUV, Kap. 5.1.3.3]:

$$C_{Im-FG} = \frac{MNQ \times C_{HG-FG} + A_{Altlast} \times C_{Altlast}}{MNQ + A_{Altlast}}$$

$C_{Im-FG}$  = Immissionskonzentration Fließgewässer [ $\mu\text{g/L}$ ]

MNQ = Mittlerer Niedrigwasserabfluss Fließgewässer [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$C_{HG-FG}$  = Hintergrundkonzentration Fließgewässer [ $\mu\text{g/L}$ ]

$A_{Altlast}$  = Abstrom Altlast [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$C_{Altlast}$  = Stoffkonzentration Altlast im Grundwasser [ $\mu\text{g/L}$ ]

**Bewertung (Öko-/Humantox)**

nach **OGewV (2016)**:

- JD-UQN [ $\mu\text{g/L}$ ]
- $PNEC_{aquat}$  [ $\mu\text{g/L}$ ]
- Biota-UQN [ $\mu\text{g/kg}$  Nassgewicht  
(Sekundärbelastung durch Fischverzehr Tier/Mensch)]

nach **TrinkwV (2023)**:

- Grenzwerte [ $\text{mg/L}$ ]
- analog TrinkwV, z.B. US EPA

→ Die schädliche Wirkung einer Altlast ist insbesondere bei kleinen Fließgewässern groß!

# Diskussion der Sanierungsziele

- **Prüf- und Maßnahmenwerte** nach BBodSchV → gefahrenverknüpft
- **Expositionsbedingungen** anschauen,  
z.B. mobile oder mobilisierbare Anteile, resorptionsverfügbare Anteile
- **Beurteilung der Gefahrenlage → Prognose** hinsichtlich einer Schädigung von **Schutzgütern** oder **Rezeptoren** (Immission)
- Wirkungen auf **Schutzgüter / Rezeptoren** betrachten:  
**Emission – Prognose** der Ausbreitung von der **Schadensquelle**  
**Immission – Transfer** zum **Rezeptor / Schutzgut**
- **Grundwasser** → GFS-Werte der LAWA 2017 mit den Anwendungsgrundsätzen →  **$E_{\max}$ -GFS** od.  **$E_{\max}$ -humtanox** (LUBW)  
**Trinkwasser** → TrinkwV (Neufassung 2023 mit z.T. Übergangsfristen)  
**Nutzpflanzen** → Futter- und Lebensmittelrecht
- **Gefahrenabwehr**: 3 Optionen nach § 2 Abs. 7 u. 8 BBodSchG
  1. **Dekontamination** → Schadensherd oder Schadstofffahne
  2. **Sicherung** → Unterbrechung/Verminderung des Transfers der Stoffe
  3. **Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen**  
(keine Sanierung, aber Gefahrenabwehrmaßnahme)

# Sanierungsziele

gemäß Anwendungsgrundsätzen der LAWA GFS-Papier 2016 (Seite 19)

- Gemäß **§ 4 Abs. 4 BBodSchG** bestimmen sich die bei der **Sanierung von Gewässern** zu erfüllenden Anforderungen nach dem **Wasserrecht**.
- Die **Geringfügigkeitsschwellen** der **LAWA**, die zunächst nur eine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit indizieren, sind **nicht unmittelbar** als **Sanierungsziele** für das Grundwasser heranzuziehen.
- **Sanierungsziele** sind stets **einzelfallbezogen** festzulegen.
- **Sanierungsziele** heben nicht nur auf **Konzentrationen** ab, sondern müssen weitere Bewertungskriterien wie Immissionsbegrenzung und Emissionsbegrenzung (**Fracht** im Grundwasser) berücksichtigen sowie dem **Grundsatz der Verhältnismäßigkeit** folgen.

# Fazit

- **GFS-Werte der LAWA von 2017 sind der Maßstab zur Beurteilung des Grundwassers**
- **Einmischungsprognose kann helfen, ob Grundwasser technisch mit dem Bau von Messstellen zu erkunden ist**
- **nachteilige oder schädliche Gewässerveränderung ggfs. im Grundwasser erkunden**
- **Spielräume nutzen, ob GFS-Werte oder Humantox-Werte zur Beurteilung im Grundwasser herangezogen werden**
- **$E_{\max}$ -Werte auf der Basis der GFS-Werte nutzen**
- **$E_{\max}$ -humantox-Werte nutzen, sofern möglich**
- **Schadstoff-Eintrag in Oberflächengewässer (Mischungsverhältnisse) prüfen und beurteilen**

# Fachartikel



Organ des ITVA

**GFS-Werte der LAWA für das Grundwasser und Auswirkungen auf die neuen Prüfwerte der BBodSchV**  
Jochen Stark, Cosima Hillmert

**Mobile Anlagen und Eignungsnachweis nach der ErsatzbaustoffV**  
Patrick Blümcke

**Waldboden – Boden des Jahres 2024**  
Gerhard Milbert

**Dekontaminationsrobotik live**  
Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

**ESV ERICH SCHMIDT VERLAG**  
100 Jahre



## GFS-Werte der LAWA für das Grundwasser und Auswirkungen auf die neuen Prüfwerte der BBodSchV

Jochen Stark, Cosima Hillmert

### 1. Einleitung

Die am 01.08.2023 in Kraft getretene Mantelverordnung mit den Teilen zur „Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung“ wurde gebündelt als Mantelverordnung konzipiert, da es für diese Rechtsbereiche eine entscheidende gemeinsame Stellschraube gibt: die Auswirkungen auf das Grundwasser mit einem einheitlichen Maßstab zu definieren. Dieser Maßstab wurde mit dem Papier der LAWA „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016“, veröffentlicht im Januar 2017, festgelegt.

In § 4 Pflichten zur Gefahrenabwehr BBodSchG (1998) steht in Absatz 4, Satz 3: „Die bei der Sanierung von Gewässern zu erfüllenden Anforderungen bestimmen sich nach dem Wasserrecht.“ Dies bedeutet, dass die materiellen Bestimmungen oder inhaltlichen Anforderungen des Wasserrechts, ausgedrückt durch die GFS-Werte der LAWA, heranzuziehen sind, wenn bodenschutzrechtlich Gefahren durch Altlasten für das Grundwasser abzuwehren sind. Aufgrund der materiellen Grundentscheidungen des WHG ist nicht verunreinigtes Grundwasser ein Schutzgut der öffentlichen Sicherheit und Ordnung (nutzungsunabhängiger Grundwasserschutz). Grundwasser als Teil des Wasserhaushalts hat eine große Bedeutung für das Wohl der Allgemeinheit (Hipp et al. 2000). Die Altlastenstatistik 2022 der LUBW (2023b) zeigt, dass der Wirkungspfad Boden-Grundwasser 89% aller bewerteten Wirkungspfade betrifft (s. Abb. 1).

### 2. Funktion der wasserrechtlichen Geringfügigkeitsschwelle

#### 2.1 Rückblick auf die letzten 30 Jahre in Baden-Württemberg

Baden-Württemberg hatte bereits 1993 mit der ‚Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen‘ fachliche Grundlagen zur Konkretisierung untergesetzlicher Regelungen geschaffen. Sie beinhaltete u.a. Werte für die Beurteilung der Notwendigkeit von Untersuchungs- und Sanierungsmaßnahmen der Schutz-

güter Grundwasser und Mensch und gab Hinweise zur einzelfallbezogenen schutzgutabhängigen und nutzungsbezogenen Sanierungszielbestimmung (LUBW 1997). „Die Prüfwerte Wasser entsprechen der Geringfügigkeitsschwelle des Grundsatzpapiers der GBG. Sie liegen also in der Größenordnung von Trinkwasserwerten bzw. – soweit ökotoxikologisch geboten – darunter“ (Ruf 1998, s.a. Kap. 2.2).

Mit Inkrafttreten der BBodSchV von 1999 war die VwV als Vollzugshilfe bei der Ermessensausübung nur noch ergänzend anzuwenden, soweit die BBodSchV keine abschließende oder inhaltsgleiche Regelung enthielt und den Regelungen der BBodSchV nicht widersprochen wurde. Grundwasserrelevante Entscheidungskriterien der früheren VwV Orientierungswerte wurden in den ‚Leitfaden zur Untersuchung bei be-

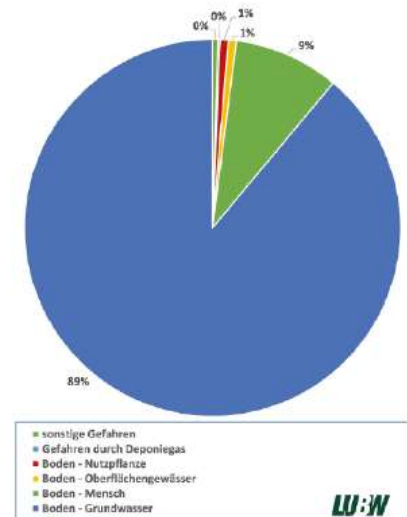


Abb. 1: Wirkungspfade aus LUBW (2023b)

A decorative graphic consisting of four vertical bars of varying heights is located in the top left corner.

<https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/altlasten>

# Haben Sie Fragen?

**JOCHEN STARK**

**REFERAT 22 – BODEN, ALTLASTEN**

**Griesbachstraße 1**

**76185 Karlsruhe**

**Tel. 0721/5600-1438**



Baden-Württemberg