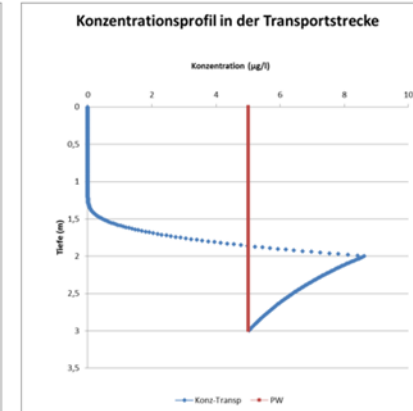
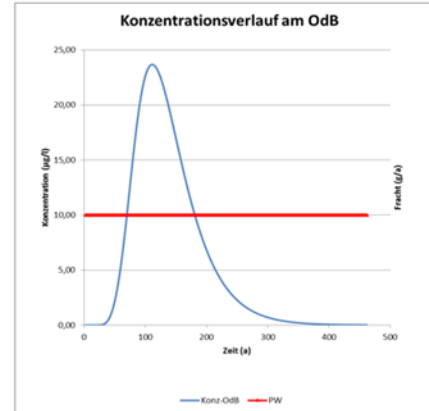
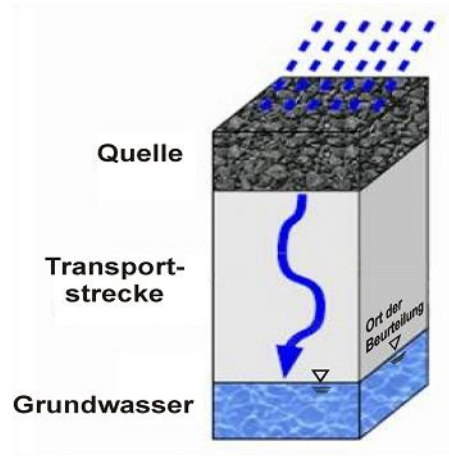


Sickerwasserprognose mit ALTEX-1D

Vorstellung und Anwendung der weiterentwickelten Version 3



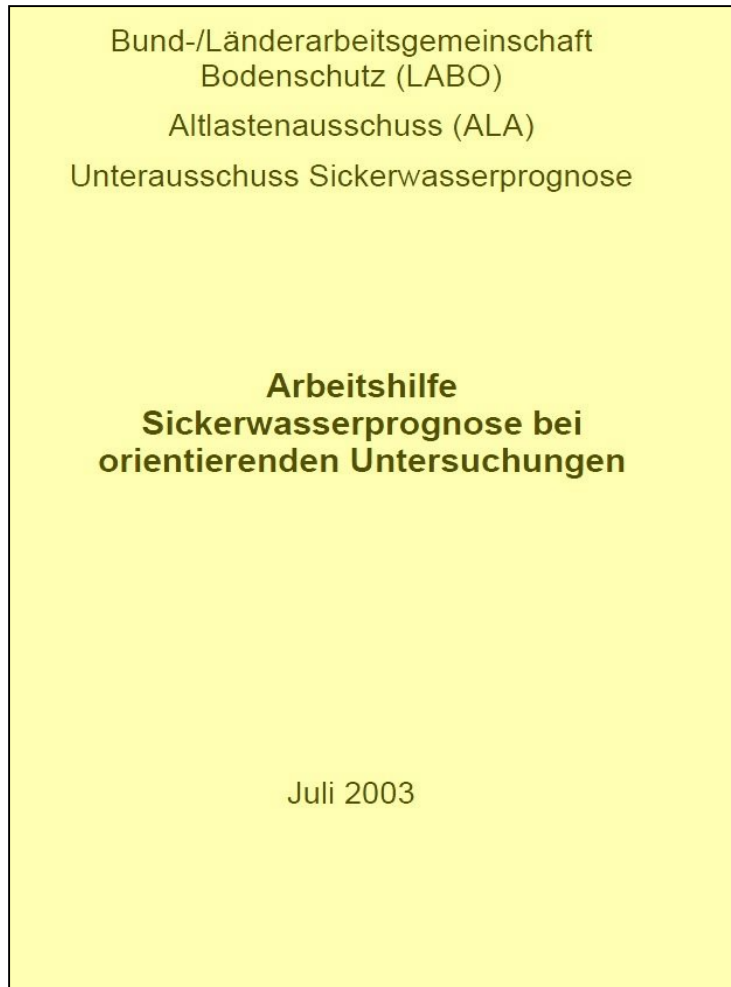
Vorstellung der Version 3

- Entwicklungshistorie
- Ziele der Weiterentwicklung
- Programm-Aufbau und Benutzeroberfläche
- Neue Funktionalität
- Anwendung (Fallbeispiele)

Entwicklungshistorie ALTEX-1D (1)

Arbeitshilfen des LABO/ALA-UA „Sickerwasserprognose“

OU



verbal-argumentativ

DU



quantifizierend

Entwicklungshistorie ALTEX-1D (2)

ALTEX-1D ist ein Berechnungs-Instrument für die Transportbetrachtung im Rahmen der **Sickerwasserprognose**

Version 2.4

Altex-1D_ver24.xls			
	A	B	C
1	Transportbetrachtung Fallkonstellation A		Bearbeiter: ALA-UA
2	konstante Quellkonzentration		Projekt: Fallbsp. 1/Basisfall AH
3	gelbe Felder: Eingabefelder		Datum Bearbeit.: 17.06.11
4	rote Schrift: berechnete Werte		Version 2.4
5	Kennwert/Parameter	Symbol	Einheit
6	Schadstoff		Wert
7	Prüfwert BBodSchV oder GFS	PW oder GFS	µg/l
8	Kontaminierte Fläche	F	m²
9	Ort der Beurteilung (u.GOK)	OdB	m
10	Oberkante Quelle (u.GOK)	OKq	m
11	Unterkante Quelle (u.GOK)	UKq	m
12	Bodenart (KA5)		Su2
13	Feldkapazität	FK	%
14	Trockenraumdichte Quelle	p _b -Q	kg/dm³
15	Trockenraumdichte Transportstr.	p _b -zs	kg/dm³
16	Gesamtgehalt	G	mg/kg TM
17	Gesamtmasse Quelle	M _{Sch,F}	kg
18	Mobilisierbarer Anteil	M _{mob}	%
19	Quellkonzentration	c ₀	µg/l
20	Vorbelastung Transportstrecke	c _i	µg/l
21	Emissionsdauer	t _e	a
22	Quellstärke	J _{s1}	mg/(m²*a)
23	Sickerwasserrate	SWR	mm/a
24	Länge Transportstrecke	z _s	m
25	Sickerwassergeschw.	v _{stm}	m/a
26	Schadstoffverweilzeit	t _{stm}	a
27	Dispersivitäts-Skalenfaktor	f _d	
28	long. Dispersivität	α _z	m
29	long. Disp.koeff.	D _z	m²/a
30	lin. Verteilungskoeff.	k _d	l/kg
31	Retardationsfaktor	R	
32	Halbwertszeit Abbau	T _{1/2}	a

ALTEX-1D

Anytische Lösung der
1D - Transportgleichung mit Excel




ALTEX-1D ermöglicht eine
quantifizierende Abschätzung des
durch Sickerwasser verursachten
Stoffeintrages in das Grundwasser bzgl.
Konzentrationen $c_{si}(t)$ und Frachten $E_{si}(t)$

Grundlage von ALTEX-1D ist die
**analytische Lösung der eindimensionalen
Advektions-Dispersions-Transportgleichung**

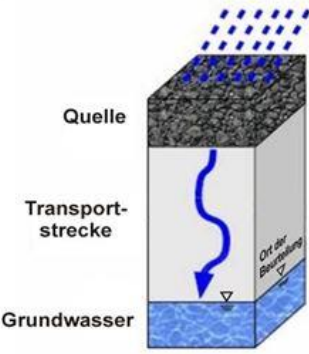
$$R \cdot \frac{\delta c}{\delta t} = D_z \cdot \frac{\delta^2 c}{\delta z^2} - v_z \cdot \frac{\delta c}{\delta z} - \lambda \cdot c$$

Entwicklungshistorie ALTEX-1D (3)

Erfahrungen/Feedback Schulungsmaßnahme 2012






ALTEX-1D
Schulung für Vollzugsbehörden der Länder



- Auswertung der Erfahrungen -

In Kooperation mit



- **Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit**
 - automatisierte Übernahme von Eingabedaten zwischen einzelnen Tabellenblättern
 - einfachere Handhabung bei mehrschichtigen Profilen (äquivalente Parameter)
 - automatische Erzeugung von Eingabetabellen entsprechend der vorgegebenen Schichtanzahl
- **zusätzliche Funktionalität**
 - Ermittlung kontaminierte Kubatur aus Sondierungsergebnissen
 - Berechnung des Konzentrationsverlaufes bis zu einem vorgegebenen Zeitpunkt
 - Berechnung von Konzentrationsprofilen über die Transportstrecke
 - Integration des „Rührkesselmodelles“ (Berücksichtigung des Einmischprozesses)
 - Erstellung von Massenbilanzen
 - Ausgabe eines Ergebnisberichtes (pdf)

Neuerungen der Version 3 - Benutzeroberfläche

- Vollständige Integration der Programm-Steuerung in die Excel-Umgebung (Menüband-Struktur)
- Strukturierung des Arbeitsablaufes (Workflow) entsprechend der konzeptionellen Vorgehensweise bei der Sickerwasserprognose (s. a. Kap. 4.2 Arbeitshilfe DU [1]) durch Eingabe in den Tabellenblättern „Standort“, „Quelle“, „Transport“ (kein Ausfüllen von Hilfstabellenblättern mit manueller Übertragung von Zwischenergebnissen mehr erforderlich),
- Eingabesteuerung über Auswahlfelder mit Drop-Down-Listen,
- Bereitstellung von speziell gestalteten Masken zur Eingabe von Daten („UserForms“) mit Auswahlfeldern,
- Automatische Übernahme der Eingabedaten in die Tabellenblätter,
- Integration der sogenannten „äquivalenten Parameter“ zur direkten Berücksichtigung mehrschichtiger Profile und der Flüchtigkeit von Schadstoffen in den grundsätzlichen Berechnungsablauf (keine Fallunterscheidung einschichtig/mehrschichtig oder flüchtiger Stoff mehr notwendig),
- Auswahl des Quelltyps (A bzw. B) während der Berechnung (keine Berechnung in unterschiedlichen Tabellenblättern mehr erforderlich),
- Integration einer Suchfunktion für die Schadstoffauswahl,
- Dynamische Anpassung der konzeptionellen Standortskizze entsprechend der gewählten Schichtanzahl,
- Integration von Plausibilitätskriterien für die Eingabe,
- Erstellung eines Ergebnisberichtes im pdf-Format möglich.

Neuerungen der Version 3 - Funktionalität

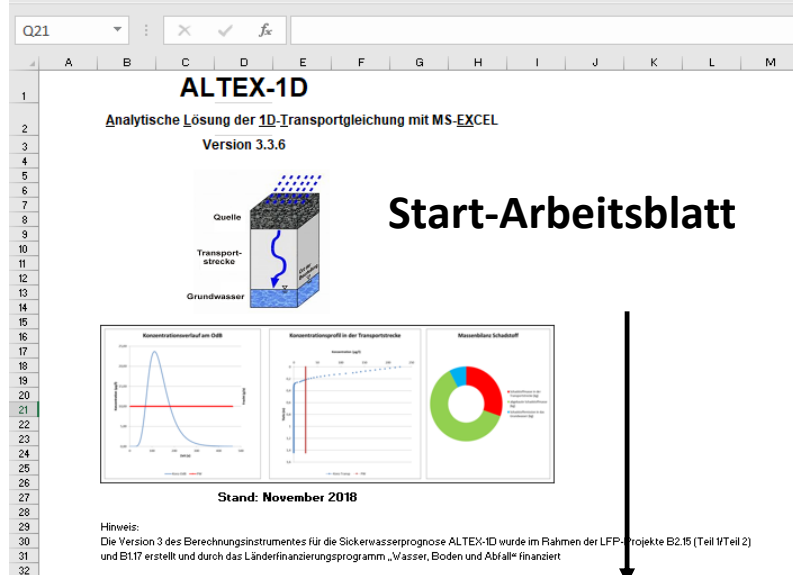
- Berechnung des Konzentrationsverlaufes am Ort der Beurteilung für einen vorgebbaren Zeitpunkt (in der bisherigen Version 2.4 erfolgt die Berechnung immer bis zur Prüfwertunterschreitung),
- Berechnung von vertikalen Konzentrationsprofilen für die Transportstrecke für einen vorgebbaren Zeitpunkt,
- Berechnung der Schadstoffmasse aus Sondierungsergebnissen entsprechend Kap. 6.2 der AH DU [1] (bisher nur Berechnung über kontaminierte Kubatur möglich),
- Erstellung von Massenbilanzen (Quelle, Transportstrecke, Grundwasser) mit Differenzierung der Schadstoffmasse in der Transportstrecke nach Masse im Sickerwasser, sorbierter Masse und Masse in der Bodenluft,
- Berücksichtigung des Einmischvorganges (Rührkesselmodell) von Sickerwasser in das Grundwasser,
- Berücksichtigung der Diffusion (über hydrodynamische Dispersion) bei anorganischen Schadstoffen mit Erstellung eines Stoffdatenblattes „Anorganik“,
- Integration von Spannweiten (Min/Max-Werte) für die Halbwertszeiten von organischen Schadstoffen,
- Berücksichtigung der Feldkapazitäten von Festgesteinen/Festgesteinszersatz,
- Integration der neuen GFS (LAWA 2016) in die Stoffdatentabellen (Anorganik/Organik),
- Verzicht auf die Berücksichtigung von Fällen mit asymptotischer Endkonzentration (s. Arbeitshilfe DU),
- Verzicht auf die Ermittlung von Quellkonzentrationen mit Hilfe der Arbeitsblätter „Teeröl“ und „MKW“ (Raoult'sches Gesetz).

Aufbau der Benutzeroberfläche – Programmsteuerung (1)

Vollständige Integration von ALTEX-1D in die Menüband-Struktur von Excel (ab Excel 2010)
über Registerkarte „ALTEX-1D“

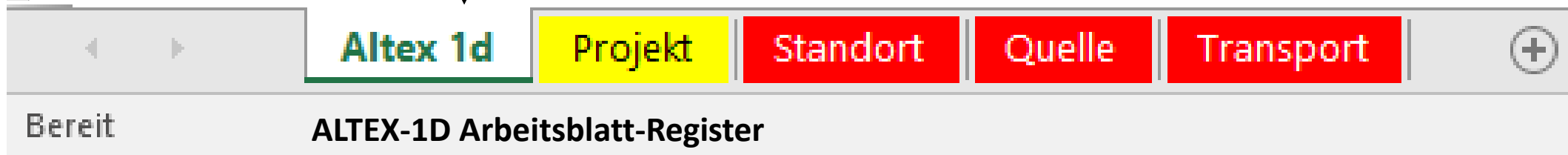


Steuerung über das
ALTEX-1D-Menüband



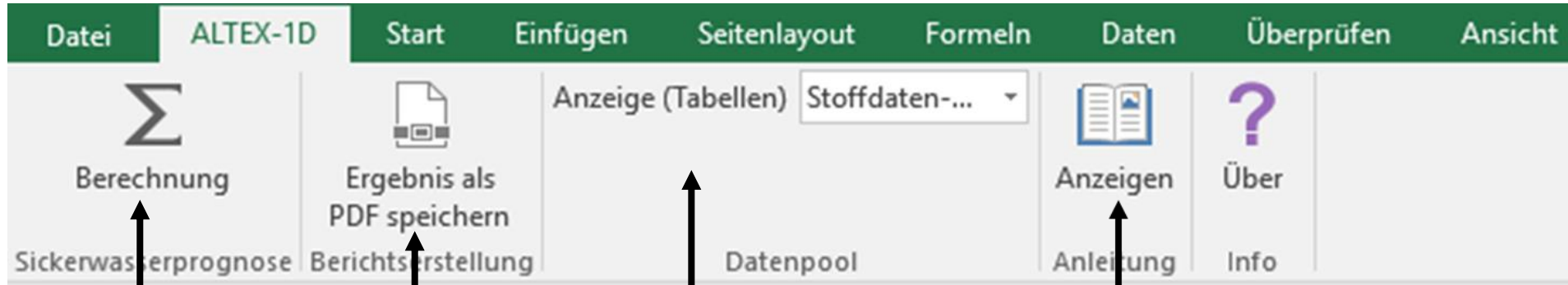
- Schritt 1: Dateneingabe über 4 Arbeitsblätter entsprechend den thematischen Kernelementen (Projekt, Standort, Quelle, Transport)
- Schritt 2: Start der Berechnung über das ALTEX-1D-Menüband (Σ)
- Schritt 3: Erstellung eines Ergebnisberichts (PDF) über das ALTEX-1D-Menüband

Workflow Dateneingabe



Aufbau der Benutzeroberfläche – Programmsteuerung (2)

ALTEX-1D Menüband



Start der Berechnung

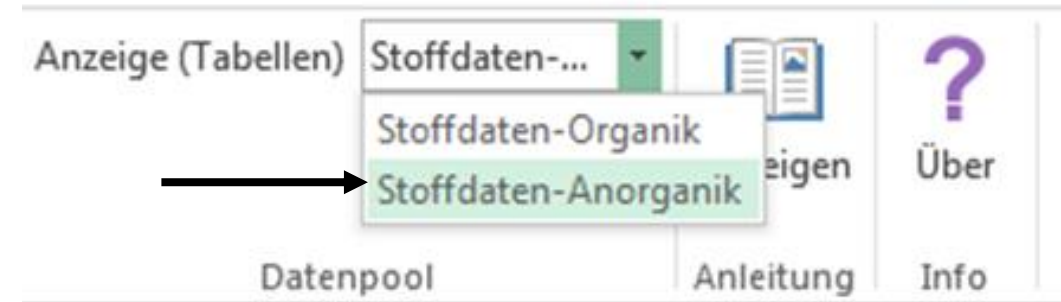
Ergebnisbericht im
PDF-Format erzeugen

Anzeige der
Stoffdatentabellen

Anzeige der
Benutzungsanleitung

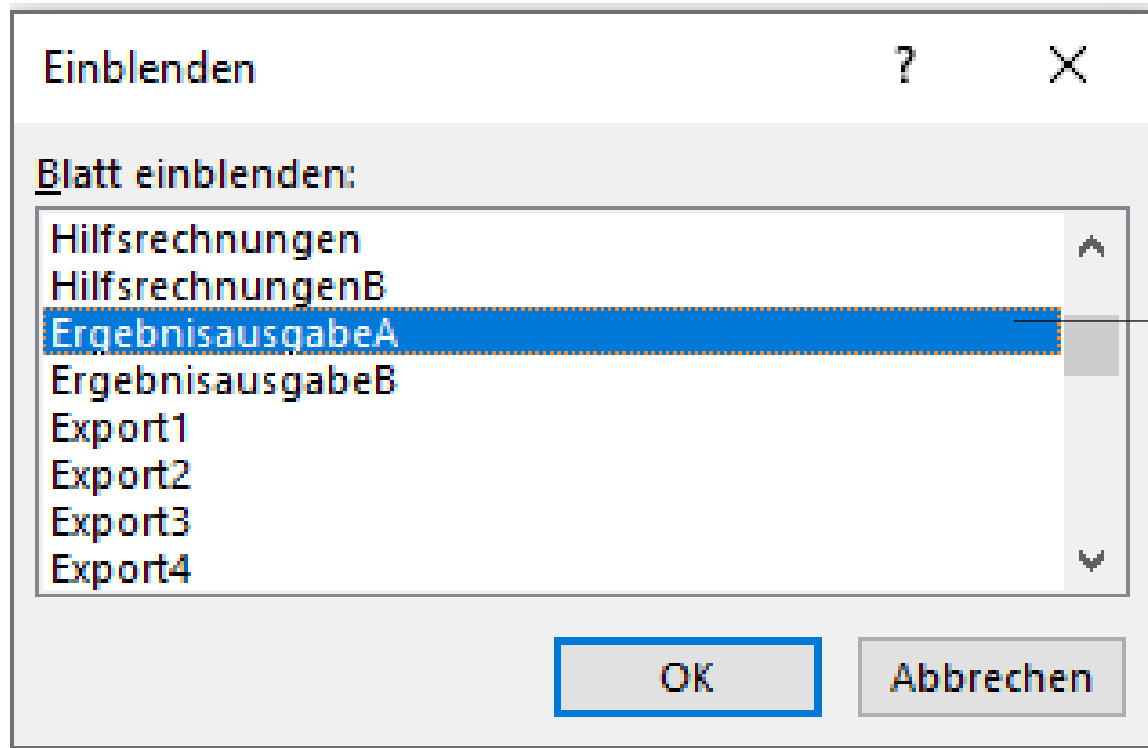
Aufbau der Benutzeroberfläche – Programmsteuerung (3)

Anzeige des Arbeitsblattes „Stoffdaten-Anorganik“ über das ALTEX-1D-Menüband



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Stoffdaten für anorganische Stoffe												
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8	Stoff	Gruppe	Temperatur	Symbol	Spezies überw. aquat.	Ladung Ion	Spezies Quelle	Wertigkeit Stoff	Molgew.	Diffusionskoeffizient Wasser (25°C)	Diffusionskoeff. Schneider	Diffusionskoeff. phreeqc.dat	Diffusionskoeff. CRC-Handbook
9													
10													
11													
12			(°C)						(g/mol)	(10 ⁻¹⁰ m ² /s)	(10 ⁻¹⁰ m ² /s)	(10 ⁻¹⁰ m ² /s)	(10 ⁻¹⁰ m ² /s)
13													
14	Aluminium	Kationen	25	Al	Al	3	UBA/Kuells	3	26,98	5,59	5,59	5,59	5,41
15	Ammonium	Kationen	25		NH4	1	Phreeqc		18,00	19,80		19,80	19,57
16	Barium	Kationen	25	Ba	Ba	2	UBA/Kuells	2	137,33	8,48	8,48	8,48	8,47
17	Blei	Kationen	25	Pb	Pb	2	UBA/Kuells	2	207,20	9,45	9,45	9,45	0,45
18	Cadmium	Kationen	25	Cd	Cd	2	UBA/Kuells	2	112,41	7,17	7,17	7,17	7,19
19	Chrom	Kationen	25	Cr	Cr	3	UBA/Kuells	3	52,00	5,95	5,95		5,95
20	Eisen	Kationen	25	Fe	Fe	2	UBA/Kuells	2	55,80	7,19		7,19	7,19
21	Kalium	Kationen	25	K	K	1	UBA/Kuells	1	39,10	19,60	19,60	19,60	19,57
22	Kobalt	Kationen	25	Co	Co	2	UBA/Kuells	2	58,93	7,32	7,32		7,32
23	Kupfer	Kationen	25	Cu	Cu	2	UBA/Kuells	2	63,55	7,33	7,33	7,33	7,14

Aufbau der Benutzeroberfläche – Programmsteuerung (4)



Einblenden weiterer Arbeitsblätter durch Rechtsklick mit der Maus auf eine Arbeitsblatt-Registerkarte

Anzeige des Ergebnisses einer abgespeicherten Projektdatei (ErgebnisausgabeA)



Arbeitsblatt-Register (nach Durchführung einer Berechnung)

Parametereingabe – Allgemeine Hinweise (1)

Beschreibung der Schadstoffquelle

Schadstoffcharakterisierung	Vergleichswert am OdB			
	Schadstoff	Prüfwert BBodSchV (PW) (µg/l)	GFS (LAWA 2016) (µg/l)	Ersatzwert (EW) (µg/l)
				Diff-koeff Wasser (m ² /a)
	Cadmium	5,00	0,3000	1,721E-02

Schadstoffmasse

	Ermittlung über Kubatur (Standort)
durchschn. Trockenraumdichte (kg/dm ³)	Ermittlung über Kubatur (Standort)
durchschn. Schadstoffgehalt (mg/kg)	Ermittlung über Sondierungen
Schadstoffmasse gesamt (kg)	924000,0

Schadstofffreisetzung

zeitliche Entwicklung Quellkonzentration	konstant	exponentiell abklingend
Quellentyp	A	B
mobilisierbarer Anteil (%)	100,0	100,0
initiale Quellkonzentration (µg/l)	25,000	25,000
Abklingkonstante berechnet (1/a)		8,692E-04

grau hinterlegte Felder können keine Eingaben gemacht werden, da die Felder gegen eine Eingabe geschützt sind. Beim Anklicken des Pfeilsymbols wird eine „Dropdown“-Liste mit Auswahlmöglichkeiten angezeigt.

Parametereingabe – Allgemeine Hinweise (2)

Beschreibung der Schadstoffquelle

Schadstoffcharakterisierung

grün gefärbte Felder sind Befehlsschaltflächen, bei denen sich beim Anklicken ein Fenster mit einer Maske zur Eingabe von Daten („UserForm“) öffnet. Die eingegebenen Daten werden anschließend in das jeweilige Arbeitsblatt übernommen,

Schadstoff	Vergleichswert am OdB			Diff-koeff Wasser (m ² /a)
	Prüfwert BBodSchV (PW) (µg/l)	GFS (LAWA 2016) (µg/l)	Ersatzwert (EW) (µg/l)	
Cadmium	5,00	0,3000		1,721E-02

Ermittlung über Kubatur (Standort)	
	1,1
	28000,00
	924000,0

Schadstofffreisetzung

zeitliche Entwicklung Quellkonzentration	konstant	exponentiell abklingend
Quelltyp	A	B
mobilisierbarer Anteil (%)	100,0	100,0
initiale Quellkonzentration (µg/l)	25,000	25,000
Abklingkonstante berechnet (1/a)		8,692E-04

Parameter eingabe – Allgemeine Hinweise (3)

Vergleichswert am OdB

Schadstoff	Prüfwert BBodSchV (PW) (µg/l)	GFS (µg/l)	Ersatzwert (EW) (µg/l)	Diff-koeff Wasser (m²/a)
Cadmium	5,00	0,3000		0,000E+00

Eingabemaske „Schadstoff-Auswahl“
beim Anklicken der grünen
Befehlsschaltfläche

Die in die Maske eingegebenen
Daten werden beim Klick auf die
Schaltfläche „Eingaben
übernehmen“ in das jeweilige
Arbeitsblatt übernommen

Schadstoff Auswahl

Schadstoffcharakterisierung
☐ Organik ☒ Anorganik

Suche

Gruppe
Alle
Kationen
Anionen

Schadstoff
Aluminium
Ammonium
Barium
Blei
Cadmium
Chrom
Eisen
Kalium
Kobalt
Kupfer
Mangan
Natrium
Nickel
Quecksilber
Thallium
Uran
Zink
Zinn

Gruppe Kationen

Prüfwert BBodSchV (PW) 5

GFS 0,3

Ersatzwert (EW)

Diff-koeff Wasser (m²/a) 0,0172111654116 Richtwert: 0.0172111654116

Abbrechen Eingaben übernehmen

Parametereingabe – Allgemeine Hinweise (4)

Um fehlerhafte Eingaben zu vermeiden, sind für eine Reihe von Parametern Plausibilitätskriterien gesetzt, die bei der Eingabe geprüft werden. Bei Verletzung eines Plausibilitätskriteriums bekommt der Anwender einen entsprechenden Warnhinweis

Schadstoffmasse	Ermittlung über Sondierungen			
Anzahl Sondierungen	4	Flächenanteile müssen in Summe genau 100 % ergeben		
Sondierungs-Nr	S1	S2	S3	S4
Anzahl Schichten (Quelle)	2	2	2	2
repräsentativer Flächenanteil in %	25,00	30	25	25
flächenspezifische Bodentrockenmasse [kg/m ²]	90,0	108	90	90
flächenspezifische Schadstoffmasse [g/m ²]	2,6	2,214	2,565	3,105

Parametereingabe – Arbeitsblatt „Projekt“

Im Arbeitsblatt „Projekt“ werden die allgemeinen Projektinformationen eingegeben.

Projektinformationen	
Projekt-Name	Standard-Fall
Projektbeschreibung	Fallbeispiel 1/LABO Arbeitshilfe DU
Bearbeiter	LABO
Datum/Zeitpunkt	29.08.2018
ALTEX-1D Versions-Nr	Ver. 3.0.0.0

In der Originaldatei altex-1d_ver_3_3_6.xlsm (Stand 15.11.2018) sind die Eingabedaten für das Fallbeispiel 2 (Kap. B4.2) der Benutzungsanleitung bereits eingegeben und können in den jeweiligen Feldern durch eigene Daten überschrieben werden.

Parametereingabe – Arbeitsblatt „Standort“ (1)

Eingabe der erforderlichen Daten zur Beschreibung des Standortes

Standortbeschreibung

Kontaminationsgeometrie	Einheit	
Kontaminationsfläche	(m ²)	100000,0
Quelle OK (m u. GOK)	(m)	0,00
Quelle UK (m u. GOK)	(m)	0,30
kontaminierte Kubatur	(m ³)	30000,0

Wasserhaushalt

Methode zur Sickerwasserrate-Berechnung	eigene Angabe
Sickerwasserrate	(mm/a) 230,0

Transportstrecke

Ort der Beurteilung OdB (m. u. GOK)	(m)	3,50
mittl. Temp. Transportstrecke	(°C)	10
Disp-SF (gesamte Transportstrecke)	(-)	0,100
Vorbelastung Transportstrecke	(µg/l)	0,000

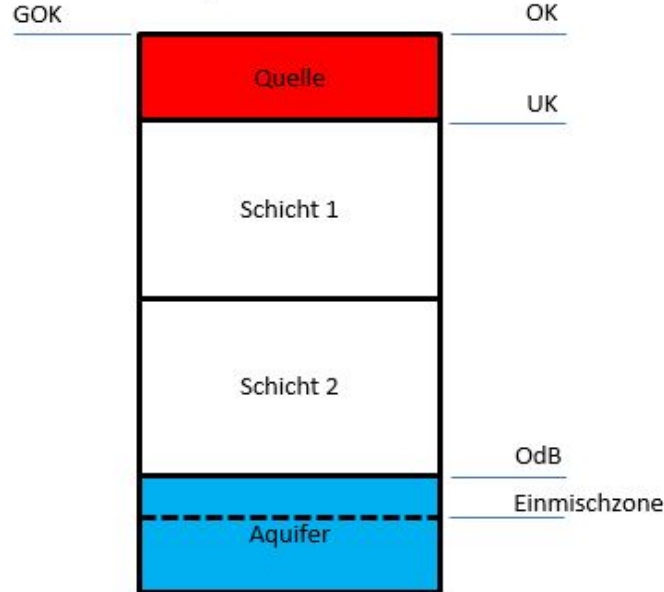
Typisches Schichtprofil

Schicht-Anzahl	2			
Schichtaufbau	von (m u. GOK)	bis (m u. GOK)	Bodenart Tab. 30/31 KA 5	Festgestein GeoBerichte 19
Schicht-Nr. 1	0,30	0,60	SI3	
Schicht-Nr. 2	0,60	3,50	fS, fSms, fSgs	

Aquiferparameter

Länge der Kont.Fläche in Grundwasserfließrichtung	(m)	200,0
Mächtigkeit der Einmischzone	(m)	1,0
Aquiferdurchlässigkeit	(m/s)	2,000E-04
hydr. Gefälle	(m/m)	1,000E-03
Schadstoff-Anstromkonzentration	(µg/l)	0,000

Konzeptionelle Standortskizze



Themenblöcke im Arbeitsblatt „Standort“

- a) Kontaminationsgeometrie
- b) Wasserhaushalt
- c) Transportstrecke
- d) Typisches Schichtprofil
- e) Aquiferparameter

Parametereingabe – Arbeitsblatt „Standort“ (2)

a) Kontaminationsgeometrie

3	Kontaminationsgeometrie	Einheit	
4	Kontaminationsfläche	(m ²)	100000,0
5	Quelle OK (m u. GOK)	(m)	0,00
6	Quelle UK (m u. GOK)	(m)	0,30
7	kontaminierte Kubatur	(m ³)	30000,0

b) Wasserhaushalt

Wasserhaushalt		
Methode zur Sickerwasserrate-Berechnung		eigene Angabe
Sickerwasserrate	(mm/a)	Beims/Gutt eigene Angabe

Optionsfeld zur Auswahl der Methode

bei Auswahl „eigene Angabe“: Eingabe der Sickerwasserrate in mm/a

bei Auswahl „Beims/Gutt“: Eingabe der Parameter für die Berechnung nach dem Verfahren „Beims/Gutt“

Parametereingabe – Arbeitsblatt „Standort“ (3)

Parameter-Eingabe für die Berechnung der Sickerwasserrate nach dem Verfahren „Beims/Gutt“

Wasserhaushalt

Methode zur Sickerwasserrate-Berechnung		Beims/Gutt
Abschätzung nach Beims und Gutt		
Niederschlag	(mm/a)	695,0
Bodentyp	(-)	Sand (S)
Vegetationsart	(-)	Ödland (Ö)
Versiegelungsgrad Flächenanteil	(%)	25
Grundwasserneubildung n. Beims/Gutt	(mm/a)	249,8

Optionsfelder mit Auswahl über Drop-Down-Liste“

Wasserhaushalt

Methode zur Sickerwasserrate-Berechnung		Beims/Gutt
Abschätzung nach Beims und Gutt		
Niederschlag	(mm/a)	695,0
Bodentyp	(-)	Sand (S)
Vegetationsart	(-)	Sand (S)
Versiegelungsgrad Flächenanteil	(%)	lehmiger Schluff (Uls) sandiger Ton (Ts2) toniger Lehm (Lt3)
Grundwasserneubildung n. Beims/Gutt	(mm/a)	

Wasserhaushalt

Methode zur Sickerwasserrate-Berechnung		Beims/Gutt
Abschätzung nach Beims und Gutt		
Niederschlag	(mm/a)	695,0
Bodentyp	(-)	Sand (S)
Vegetationsart	(-)	Ödland (Ö)
Versiegelungsgrad Flächenanteil	(%)	Ödland (Ö)
Grundwasserneubildung n. Beims/Gutt	(mm/a)	Gras (G) landw. Nutzfläche (N) Wald (W)

Wasserhaushalt

Methode zur Sickerwasserrate-Berechnung		Beims/Gutt
Abschätzung nach Beims und Gutt		
Niederschlag	(mm/a)	695,0
Bodentyp	(-)	Sand (S)
Vegetationsart	(-)	Ödland (Ö)
Versiegelungsgrad Flächenanteil	(%)	25
Grundwasserneubildung n. Beims/Gutt	(mm/a)	0 25 50 75
Transportstrecke		

Parametereingabe – Arbeitsblatt „Standort“ (4)

Allgemeine Eingaben zur Transportstrecke

Transportstrecke

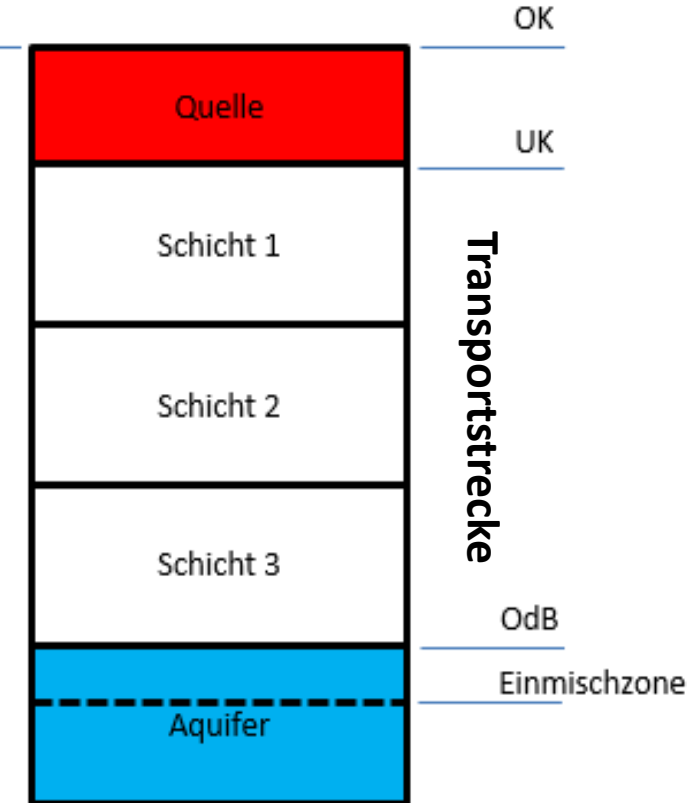
Ort der Beurteilung OdB (m. u. GOK)	(m)	4,50
mittl. Temp. Transportstrecke	(°C)	15
Disp-SF (gesamte Transportstrecke)	(-)	0,100
Vorbelastung Transportstrecke	(µg/l)	0,000

Eingabe des typischen Schichtprofils

3			
von (m u. GOK)	bis (m u. GOK)	Bodenart Tab. 30/31 KA 5	Festgestein GeoBerichte 19
0,50	3,50	Su2	
		Su2	
		Su3	
		Su4	
		Ls2	
		Ls3	
		Ls4	
		Lt2	
		Lt3	

Bodenart kann über Drop-Down-Liste ausgewählt werden

Konzeptionelle Standortskizze



Konzeptionelle Standortskizze wird dynamisch entsprechend der Schichtanzahl angepasst

Die ausgewählten Bodenarten des Schichtprofils werden automatisch in das Arbeitsblatt „Transport“ übernommen

Parameter eingabe – Arbeitsblatt „Standort“ (5)

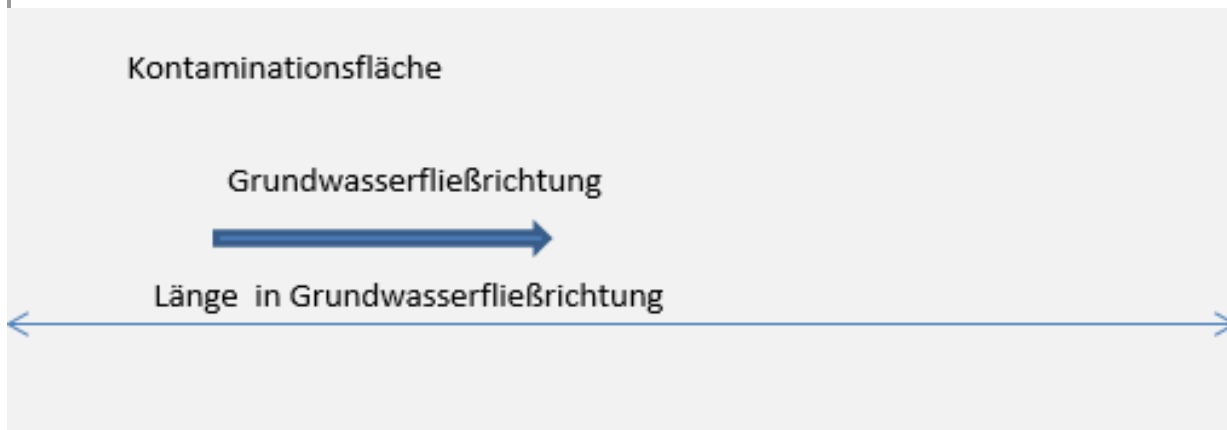
Eingabeparameter zur Berücksichtigung des Einmischprozesses von Sickerwasser in das Grundwasser

Konzeptionelle Grundlage: „Rührkesselmodell LAWA/LABO“

Aquiferparameter

Länge der Kont.Fläche in Grundwasserfließrichtung	(m)	1200,0
Mächtigkeit der Einmischzone	(m)	1,0
Aquiferdurchlässigkeit	(m/s)	1,500E-04
hydr. Gefälle	(m/m)	1,000E-03
Schadstoff-Anstromkonzentration	(µg/l)	0,000

← n. LAWA/LABO: 1 m



Konzeptionelle Skizze zur Ermittlung der Länge der Kontaminationsfläche in Grundwasserfließrichtung
(bei nicht rechteckförmiger unregelmäßiger Geometrie max. projizierte Länge in Grundwasserfließrichtung verwenden)

Parametereingabe – Arbeitsblatt „Quelle“ (1)

Eingabe der erforderlichen Daten zur Beschreibung der Quelle

Beschreibung der Schadstoffquelle

Schadstoffcharakterisierung	Vergleichswert am OdB			
	Schadstoff	Prüfwert BBodSchV (PW) (µg/l)	GFS (LAWA 2016) (µg/l)	Ersatzwert (EW) (µg/l)
				Diff-koeff Wasser (m ² /a)
	Cadmium	5,00	0,3000	1,721E-02

Schadstoffmasse

Ermittlung über Kubatur (Standort)

durchschn. Trockenraumdichte (kg/dm ³)	1,3
durchschn. Schadstoffgehalt (mg/kg)	476,00
Schadstoffmasse gesamt (kg)	18564,0

Schadstofffreisetzung

zeitliche Entwicklung Quellkonzentration	konstant	exponentiell abklingend
Quelltyp	A	B
mobilisierbarer Anteil (%)	100,0	100,0
initiale Quellkonzentration (µg/l)	550,000	550,000
Abklingkonstante berechnet (1/a)		6,814E-04

Themenblöcke im Arbeitsblatt „Quelle“

- a) Schadstoffcharakterisierung
- b) Schadstoffmasse
- c) Schadstofffreisetzung

Parametereingabe – Arbeitsblatt „Quelle“ (2)

Schadstoff Auswahl

Schadstoffcharakterisierung

☐ Organik

☒ Anorganik

Suche

Gruppe

Alle

Kationen

Anionen

Schadstoff

Cadmium

Gruppe

Kationen

Prüfwert BBodSchV (PW)

5

GFS

0,3

Ersatzwert (EW)

Diff-koeff Wasser (m2/a)

0,0172111654116

Richtwert:

0.0172111654116

Die relevanten Schadstoffinformationen werden in den Feldern rechts angezeigt und automatisch aus dem Arbeitsblatt „Stoffdaten-Anorganik“ übernommen.

Wird für den Schadstoff kein PW oder GFS angezeigt muss zwingend ein Ersatzwert eingegeben werden

Abbrechen

Eingaben übernehmen

(EW)	Diff-koeff Wasser (m ² /a)
	1,721E-02

Beim Anklicken der Schaltfläche „Eingaben übernehmen“ werden die Werte automatisch in das Arbeitsblatt „Quelle“ übernommen

Parametereingabe – Arbeitsblatt „Quelle“ (3)

Schadstoff Auswahl

Schadstoffcharakterisierung

☒ Organik ☐ Anorganik

Suche

Gruppe

- Alle
- Alkane
- Alkene
- Aromaten/Alkyl-Aromaten**
- Alkanole
- Aldehyde
- Ketone
- Ether
- halogenierte Alkene
- halogenierte Alkane
- PAK
- NSO-Heterocyden
- Chloraromaten
- Nitroaromaten
- aliphatische Amine
- aromatische Amine
- Phenole
- Polychlorierte Biphenyle (PCB)
- PSM
- Organozinn-Verbindungen
- STV
- Kampfstoffe
- Sonstige

Schadstoff

- Benzol**
- Toluol
- Ethylbenzol
- Xylol (Mittelwert, o,m,p)
- 1,2,4 Trimethylbenzol
- Ethyltoluol
- Propylbenzol
- Styrol
- Cumol
- Indan

Gruppe

Aromaten/Alkyl-Aromaten

Prüfwert BBodSchV (PW)

1

GFS

1

Ersatzwert (EW)

Diff-koeff Wasser (m²/a)

3,24331856145721E-02

Richtwert: 3.24331856145721E-02

Diff-koeff Luft (m²/a)

277,620003101475

Richtwert: 277.620003101475

pH

Feld in dieser Version noch ohne Funktion

Henry-Konstante (-)

0,14240774111983

Richtwert: 0.14240774111983

pks-Wert

Feld in dieser Version noch ohne Funktion

Halbwertszeit Min (a)

0,175475586575855

Halbwertszeit Max (a)

0,665753424657534

Halbwertszeit gewählt

Abbrechen

Eingaben übernehmen

Eingabemaske für organische Schadstoffe

Automatische Übernahme der Stoffdaten aus dem Arbeitsblatt „Stoffdaten-Organik“

Richtwerte für Diffusionskoeffizienten und Henry-Konstante können überschrieben werden mit eigenen Werten

Anzeige der Spannweite der Halbwertszeit (Max/Min-Werte) als Orientierung zur Eingabe im Feld „Halbwertszeit gewählt“

Am Ende automatische Übernahme beim Klick auf „Eingaben übernehmen“ in das Arbeitsblatt „Quelle“

Parametereingabe – Arbeitsblatt „Quelle“ (4)

Eingabe der erforderlichen Daten zur Ermittlung der Schadstoffmasse

- Ermittlung direkt über kontaminierte Kubatur
- Ermittlung über Sondierungen

Auswahl über Optionsfeld

Ermittlung der Schadstoffmasse über Kubatur

Schadstoffmasse

durchschn. Trockenraumdichte (kg/dm³)

durchschn. Schadstoffgehalt (mg/kg)

Schadstoffmasse gesamt (kg)

Ermittlung über Kubatur (Standort)

Ermittlung über Kubatur (Standort)

Ermittlung über Sondierungen

476,00

18564,0

Parameter eingabe – Arbeitsblatt „Quelle“ (5)

Ermittlung der Schadstoffmasse über Sondierungen

Schadstoffmasse	Ermittlung über Sondierungen		
Anzahl Sondierungen	3		
Sondierungs-Nr	S1	S2	S3
Anzahl Schichten (Quelle)	4	2	2
repräsentativer Flächenanteil in %	50,00	30	20
flächenspezifische Bodentrockenmasse [kg/m²]	325,0	312	156
flächenspezifische Schadstoffmasse [g/m²]	98,8	135,33	75,14

Eingabefelder für Sondierungen und Schichten werden dynamisch entsprechend der Sondierungs- und Schichtanzahl erzeugt

Sondierungen	Mächtigkeit	Trockenraumdichte	schichtspez. Bodentrockenmasse	Schadstoffgehalt	schichtspez. Schadstoffmasse
	(m)	(kg/dm³)	(kg/m²)	(mg/kg)	(g/m²)
S1 (gesamt)	0,50	1,3	650,0		197,6
Schicht-Nr. 1 (S1.1)	0,20	1,3	260,0	300,00	78,0
Schicht-Nr. 2 (S1.2)	0,10	1,3	130,0	280,00	36,4
Schicht-Nr. 3 (S1.3)	0,10	1,3	130,0	350,00	45,5
Schicht-Nr. 4 (S1.4)	0,10	1,3	130,0	290,00	37,7

S2 (gesamt)	0,80	1,3	1040,0		451,1
Schicht-Nr. 1 (S2.1)	0,30	1,3	390,0	365,00	142,4
Schicht-Nr. 2 (S2.2)	0,50	1,3	650,0	475,00	308,8

S3 (gesamt)	0,60	1,3	780,0		375,7
Schicht-Nr. 1 (S3.1)	0,20	1,3	260,0	375,00	97,5
Schicht-Nr. 2 (S3.2)	0,40	1,3	520,0	535,00	278,2

gesamtflächenspezifische Schadstoffmasse (g/m²)	309,3
Schadstoffmasse gesamt (g)	525.759,000

Vorsicht: bei den Schichten handelt es sich um die Quelle und nicht um die Transportstrecke

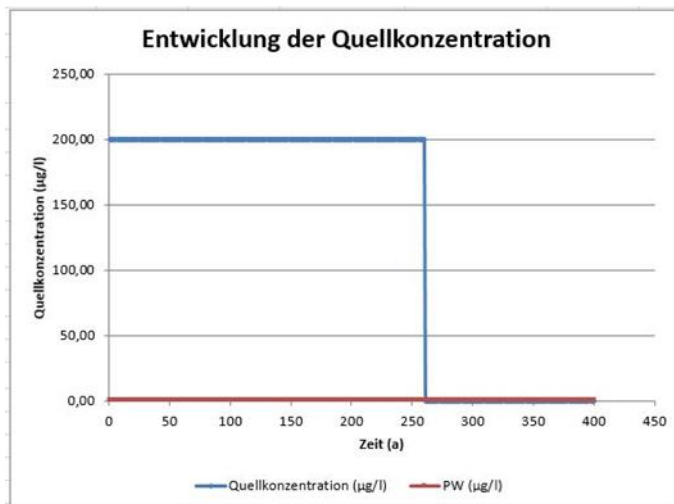
Parametereingabe – Arbeitsblatt „Quelle“ (6)

Eingabe der erforderlichen Daten zur Beschreibung der Schadstofffreisetzung

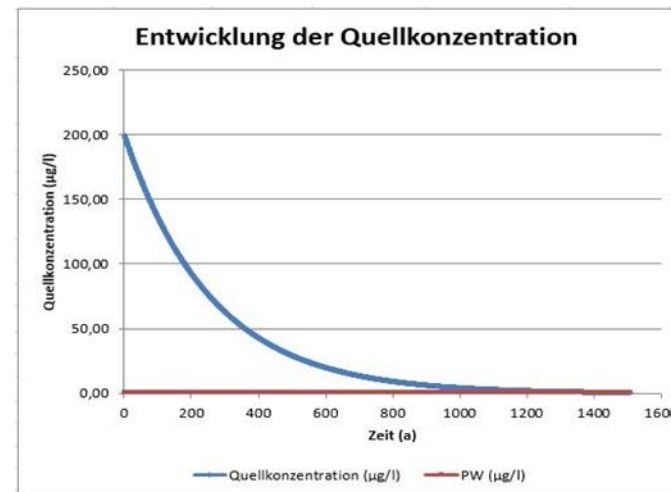
Schadstofffreisetzung

zeitliche Entwicklung Quellkonzentration	konstant	exponentiell abklingend
Quelltyp	A	B
mobilisierbarer Anteil (%)	10,0	10,0
initiale Quellkonzentration ($\mu\text{g/l}$)	550,000	550,000
Abklingkonstante berechnet ($1/a$)		4,444E-03

Quelltyp A: konstante Quellkonzentration



Quelltyp B: exponentiell abklingende Quellkonzentration



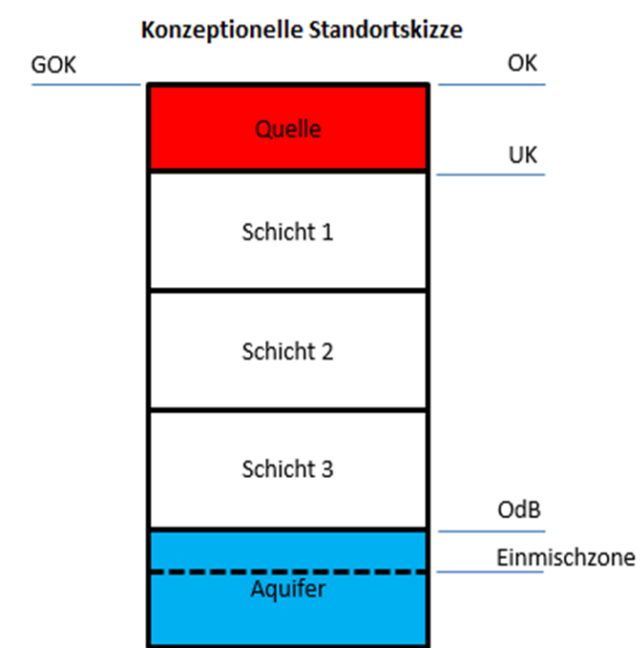
Eingabe der Daten für
beide Quelltypen

Entscheidung, für welchen
Quelltyp die Berechnung
durchgeführt werden soll,
erfolgt beim Start der
Berechnung.

Parametereingabe – Arbeitsblatt „Transport“ (1)

Eingabe der erforderlichen Daten zur Beschreibung der Transportstrecke

Schicht-Nr	Tiefe		Boden-/Gesteinsart	Parameter zur Ermittlung der Bodenkennwerte							Parameter zur Ermittlung der kd-Werte Diuron		
	von	bis		Trocken- rohdichte	Grobboden- anteil	Humus- gehalt	Feld- kapazität Richtwert	Luft- kapazität Richtwert	Feld- kapazität gewählt	Luft- kapazität gewählt	Corg	kd-Org (ber. Wert n. Koc)	kd-Wert gewählt
Einheit	(m u. GOK)	(m u. GOK)		(kg/dm ³)	(Vol %)	(Masse %)	(Vol %)	(Vol %)	(Vol %)	(Vol %)	(Masse %)	(l/kg)	(l/kg)
1	0,30	0,60	Uls	1,5	1,0	1,0	38,7	12,0	38,7	12,0	0,5	0,681	0,680
2	0,60	1,00	Slu	1,6	0,0	0,5	30,0	7,0	30,0	7,0	0,2	0,272	0,270
3	1,00	4,50	fS, fSms, fSgs	1,6	0,0	0,0	12,0	23,0	12,0	23,0	0,1	0,136	0,140



Eingabezeilen für die Schichten werden dynamisch entsprechend den im typischen Schichtprofil im Arbeitsblatt „Standort“ eingegebenen Werten erzeugt

Die schichtspezifische Eingabe der Parameter zur Ermittlung der Bodenkennwerte und kd-Werte erfolgt über eine Eingabemaske beim Anklicken der jeweiligen Schicht-Nr. (grünes Feld)

Der Aufbau der Eingabemaske ist abhängig von der im Arbeitsblatt „Quelle“ eingegebenen Schadstoffart (Anorganik/Organik)

Parametereingabe – Arbeitsblatt „Transport“ (2)

Eingabemaske für Anorganische Schadstoffe

Schichtspezifische Boden- und Transportparameter

Gewählter Schadstoff: Cadmium

Schichtauswahl

Schicht	Von	Bis	Bodenart	Festgestein
Nr. 1	0,3	0,6	SL3	
Nr. 2	0,6	3,5	fS, fSms, fSgs	

Übernahme Schichten aus dem Arbeitsblatt „Standort“

Feld-/Luftkapazität

Trockenrohdichte (kg/dm ³)	1,4
Grobbodenanteil (Vol %)	1
Humusgehalt (Gehalt %)	1
Feldkapazität (Vol %)	29,73
Luftkapazität (Vol %)	18

Richtwert: 29,73
Richtwert: 18

kd-Werte

pH	3,8
Tongehalt (Masse %)	10
Corg (Masse %)	0,5
Referenz-Konzentration Linearisierung (µg/l)	25
kd BGR (l/kg)	18,386136000058
kd vdBR (l/kg)	6,24223642388902
kd_Org (l/kg)	
kd Auswahl (l/kg)	18,4

Übernehmen
Übernehmen
Übernehmen

Abbrechen Eingaben übernehmen

Eingabe der Parameter zur Ermittlung der Feld- und Luftkapazität (Berechnung nach Tab. 70 der KA 5) im linken unteren Teil des Eingabefensters

Eingabeparameter zur Berechnung der kd-Werte im rechten oberen Teil des Eingabefensters
Sofern für den gewählten Schadstoff entsprechende Pedotransferfunktionen vorliegen erfolgt die Berechnung nach den Verfahren „BGR“ bzw. van den Berg&Roels (vdBR).

Der berechneten kd-Wert (BGR oder vdBR) kann entweder übernommen oder ein eigener Wert im Feld „kd Auswahl“ eingegeben werden

Parametereingabe – Arbeitsblatt „Transport“ (3)

Eingabemaske **Organische** Schadstoffe

Schichtspezifische Boden- und Transportparameter

Gewählter Schadstoff: Diuron

Schichtauswahl

Schicht	Von	Bis	Bodenart	Festgestein
Nr. 1	0,3	0,6	Uls	
Nr. 2	0,6	1	Slu	
Nr. 3	1	4,5	fS, fSms, fSgs	

Übernahme Schichten aus dem Arbeitsblatt „Standort“

Feld-/Luftkapazität

Trockenrohdichte (kg/dm³)	1,5	
Grobbodenanteil (Vol %)	1	
Humusgehalt (Gehalt %)	1	
Feldkapazität (Vol %)	38,65	Richtwert: 38,65
Luftkapazität (Vol %)	12	Richtwert: 12

kd-Werte

pH		
Tongehalt (Masse %)		
Corg (Masse %)	0,5	
Referenz-Konzentration Linearisierung (µg/l)		
kd BGR (l/kg)		Übernehmen
kd vdBR (l/kg)		Übernehmen
kd_Org (l/kg)	0,680722341232975	Übernehmen
kd Auswahl (l/kg)	0,7	

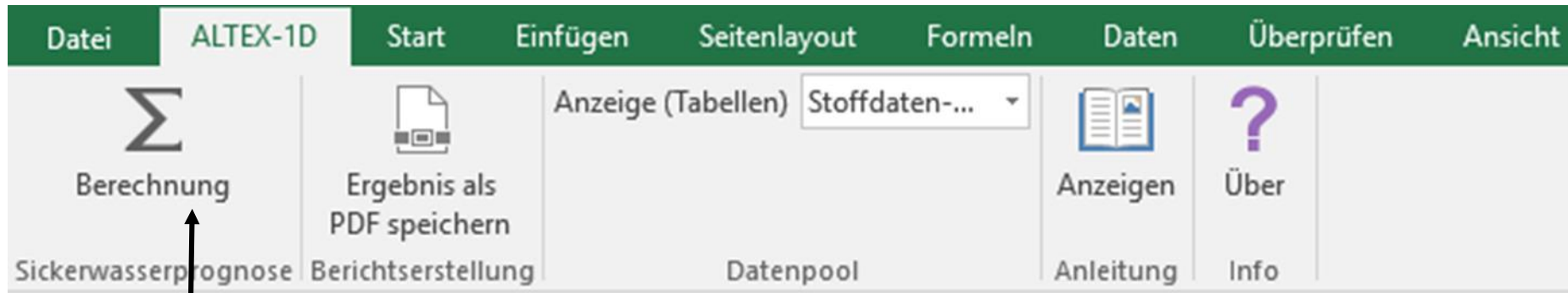
Abbrechen Eingaben übernehmen

Eingabe der Parameter zur Ermittlung der Feld- und Luftkapazität (Berechnung nach Tab. 70 der KA 5) im linken unteren Teil des Eingabefensters

Berechnung des kd-Wertes für Organische Schadstoffe erfolgt nach dem „koc-Konzept“. Der koc-Wert wird automatisch aus dem Arbeitsblatt „Stoffdaten-Organik“ entnommen, der Corg-Gehalt ist einzugeben.

Der berechnete kd-Wert kann entweder übernommen oder ein eigener Wert im Feld „kd Auswahl“ eingegeben werden

Durchführung der Berechnung (1)



Nach dem Anklicken von Σ erscheint das Eingabefenster „Sickerwasserprognose starten“

Start der Berechnung durch Anklicken des Σ -Symbol im ALTEX-1D-Menüband

Prognosezeitraum kann gewählt werden:

- a) bis zur Unterschreitung des Prüfwertes
- b) bis zu einem gewählten Zeitpunkt

2 Berechnungsvarianten verfügbar:

- Berechne Fall A (konstante Quellkonzentration)
- Berechne Fall B (exponentiell abfallende Quellkonzentration)

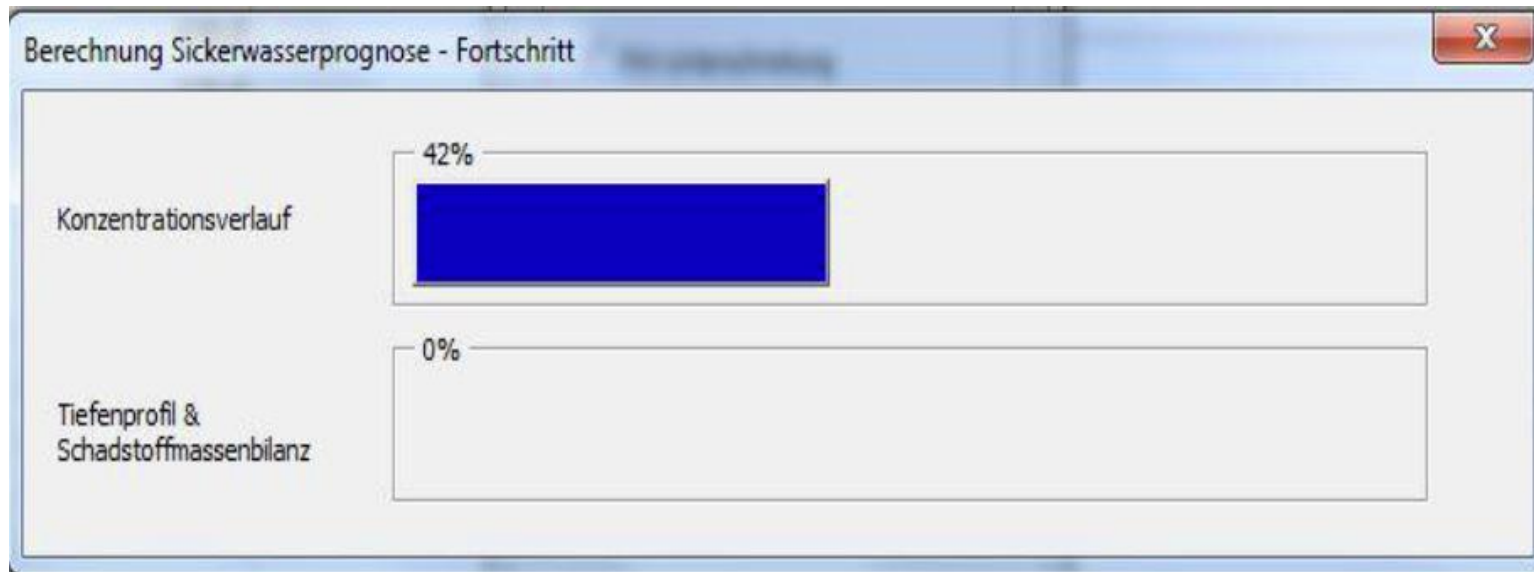
Start der Berechnung durch Anklicken der Schaltfläche „Berechne Fall A/Berechne Fall B“

The dialog box 'Sickerwasserprognose starten' contains a 'Zeitpunkt' section with two radio buttons: 'PW-Unterschreitung' (selected) and 'gewählt (Jahre)'. Below this are two buttons: 'Berechne Fall A' and 'Berechne Fall B'. At the bottom is a button labeled 'Userform schließen'.

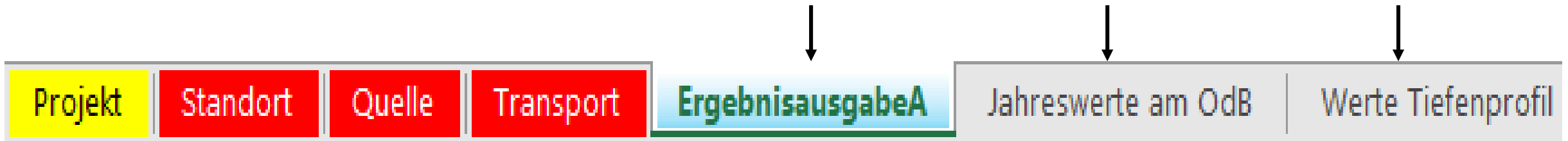
The dialog box 'Sickerwasserprognose starten' contains a 'Zeitpunkt' section with two radio buttons: 'PW-Unterschreitung' and 'gewählt (Jahre)' (selected). The 'gewählt (Jahre)' option has a text input field containing the value '250'. To the right of the input field is a red 'Neu' button. Below this are two buttons: 'Berechne Fall A' and 'Berechne Fall B'. At the bottom is a button labeled 'Userform schließen'.

Durchführung der Berechnung (2)

Nach dem Start der Berechnung (Anklicken der Schaltfläche „Berechne Fall A/Berechne Fall B“) erscheint ein Informationsfenster zur Anzeige des Berechnungsfortschrittes



Nach dem Abschluss der Berechnung erscheinen im Arbeitsblatt-Register am unteren Rand 3 zusätzliche Arbeitsblätter, in denen die Ergebnisse der Berechnung ausgegeben werden



Arbeitsblatt ErgebnisausgabeA bzw. ErgebnisausgabeB ist aktiviert

Ergebnisausgabe – Arbeitsblatt „ErgebnisausgabeA“ (1)

Ergebnisausgabe ALTEX-1D		
Projekt		
Projekt-Name	Standard-Fall	
Projektbeschreibung	Fallbeispiel 1/LABO Arbeitshilfe DU	
Bearbeiter	LABO	
Datum/Zeitpunkt	30.08.2018	
ALTEX-1D Versions-Nr	Ver. 3.0.0.0	
Standort	konzeptionelles Standortmodell	
	Horizontalprojektion	
<div><div><div>Kontaminationsfläche</div><div>Grundwasserfließrichtung</div><div></div><div>Länge in Grundwasserfließrichtung</div></div><div><div>GOK</div><div>OK</div><div>UK</div><div>Quelle</div><div>Schicht 1: Su2</div><div>OdB</div><div>Einmischzone</div><div>Aquifer</div></div></div>		
Geometrie		
Kontaminationsfläche (m ²)	1700,0	
Länge Kontaminationsfläche in Grundwasserfließrichtung (m)	40,0	
Quelle OK (m u. GOK)	0,00	
Quelle UK (m u. GOK)	0,50	
Mächtigkeit Quelle (m)	0,50	
kontaminierte Kubatur (m ³)	850,0	

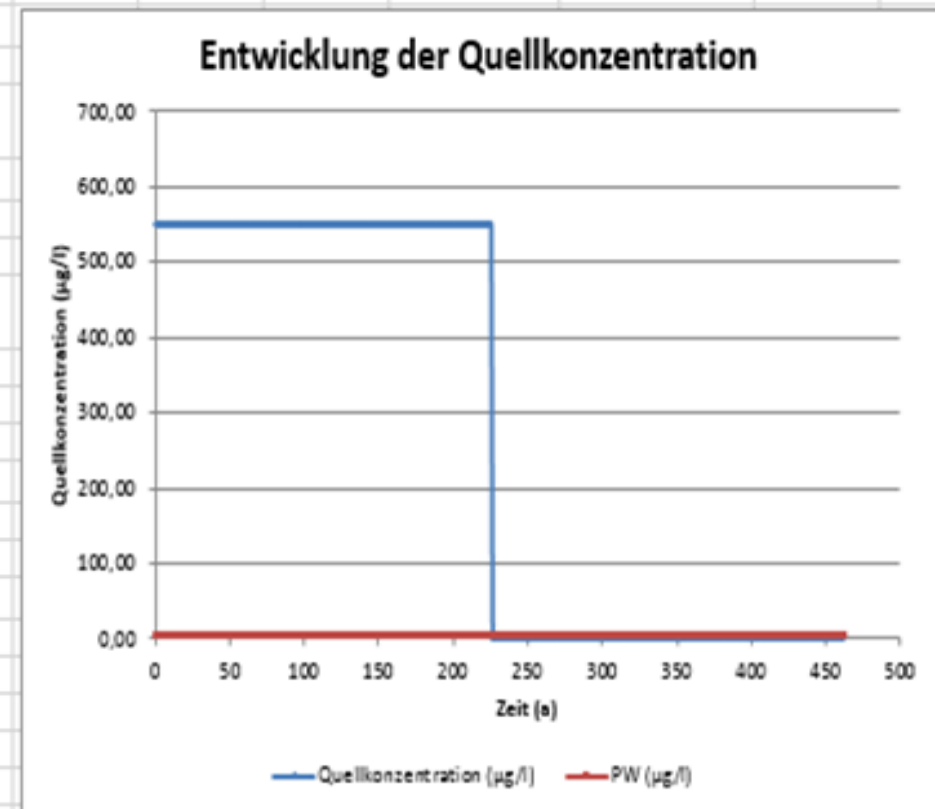
Im Arbeitsblatt ErgebnisausgabeA bzw ErgebnisausgabeB (abh. vom gewählten Quelltyp A bzw. B) ist das Ergebnis der Berechnung zusammen mit den Eingabeparametern strukturiert nach Themenblöcken dargestellt

Themenblöcke „Projekt“ und „Standort“ mit konzeptionellen Skizzen zur Standortsituation

Ergebnisausgabe – Arbeitsblatt „ErgebnisausgabeA“ (2)

Themenblock „Quelle“ mit graphischer Darstellung der Entwicklung der Quellkonzentration

Quelle								
Schadstoffcharakterisierung		Vergleichswert (P'w, GFS, EW)	Diff-koeff	Diff-koeff	Henry-Konstante	Halbwertszeit	Abbaukoeffizient	
		P'w	Wasser	Luft				
		(µg/l)	(m²/a)	(m²/a)	(-)	(a)	(1/a)	
Schadstoff	Cadmium	5	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	kein Abbau	kein Abbau	
Schadstoffmasse								
Schadstoffmasse (kg)		525,980						
durchschn. Trockenraumdichte (kg/dm³)		1,3						
durchschn. Schadstoffgehalt (mg/kg)		476,0						
Herkunft Schadstoffmasse (Sondierungen, Ermittlung über Kubatur)		Kubatur						
flächenspez. Schadstoffmasse (g/m²)		309,4						
Schadstofffreisetzung								
zeitliche Entwicklung Quellkonzentration (konstant, exponentiell abklingend)		konstant						
Fallkonstellation (Fall A, Fall B)		Fall A						
mobilisierbarer Anteil Schadstoffmasse (%)		10						
mobilisierbarer Schadstoffvorrat (kg)		52,598						
flächenspez. mob. Schadstoffvorrat (g/m²)		30,9						
initiale Quellkonzentration (µg/l)		550,000						
Abklingkonstante (1/a)		-						
Quellstärke initial (mg/m²·a)		137,5						
Emissionsdauer (a)		225,0						



Ergebnisausgabe - Arbeitsblatt „ErgebnisausgabeA“ (3)

Themenblock „Transportkennwerte“

Transport-Kennwerte		
Länge Transportstrecke (m)		3,00
Sickerwassergeschwindigkeit (m/a)		1,087
Sickerwasserverweilzeit (a)		2,8
äquiv. Trockenraumdichte (kg/dm ³)		1,50
äquiv. Feldkapazität (Vol. %)		23,00
äquiv. Dispersions-Skalenfaktor		0,100
äquiv. kd-Wert (l/kg)		3,000
long. Dispersivität (m)		0,300
long. Dispersionskoeffizient (m ² /a)		0,326
Retardationsfaktor		20,6
Schadstoff-Aufenthaltsdauer in der Transportstrecke (a)		56,8

Ergebnisausgabe – Arbeitsblatt „ErgebnisausgabeA“ (4)

A	B
Prognose	
Zeitraum (Jahre nach Emissionsbeginn)	452,0
Kenngroßen für den OdB	
Maximalkonzentration ($\mu\text{g/l}$)	549,895
Zeitpunkt der Maximalkonzentration (a)	236,0
Zeitpunkt der Prüfwertüberschreitung (a)	21,0
Zeitpunkt der Prüfwertunterschreitung (a)	376,0
Dauer der Prüfwertüberschreitung (a)	355,0
maximale Fracht (g/a)	233,7
mittlere Fracht (g/a)	148,0
maximale Emissionsstärke ($\text{mg/m}^2 \cdot \text{a}$)	137,5
mittlere Emissionsstärke ($\text{mg/m}^2 \cdot \text{a}$)	87,1
Kenngroßen für die Transportstrecke	
Maximalkonzentration ($\mu\text{g/l}$)	5,098
Tiefe der Maximalkonzentration (m)	2,99
Schadstoffmasse sorbiert am Bodenfeststoff (kg)	0,026172
Schadstoffmasse gelöst im Sickerwasser (kg)	0,001338
Schadstoffmasse in der Bodenluft (kg)	0,000000
Summe Schadstoffmasse in der Transportstrecke (kg)	0,027509
Schadstoffmassenbilanz	
Schadstoffemission aus der Quelle (kg)	52,598
Schadstoffmasse in der Transportstrecke (kg)	0,028
abgebaute Schadstoffmasse (kg)	0,000
Schadstoffemission in das Grundwasser (kg)	52,548
Auswirkungen auf das Grundwasser	
maximale Konzentration in der Einmischzone ($\mu\text{g/l}$)	132,390
mittlere Konzentration in der Einmischzone ($\mu\text{g/l}$)	83,853
max. Verdünnungsfaktor	4,2
max. Überschreitungsfaktor GFS	441,3

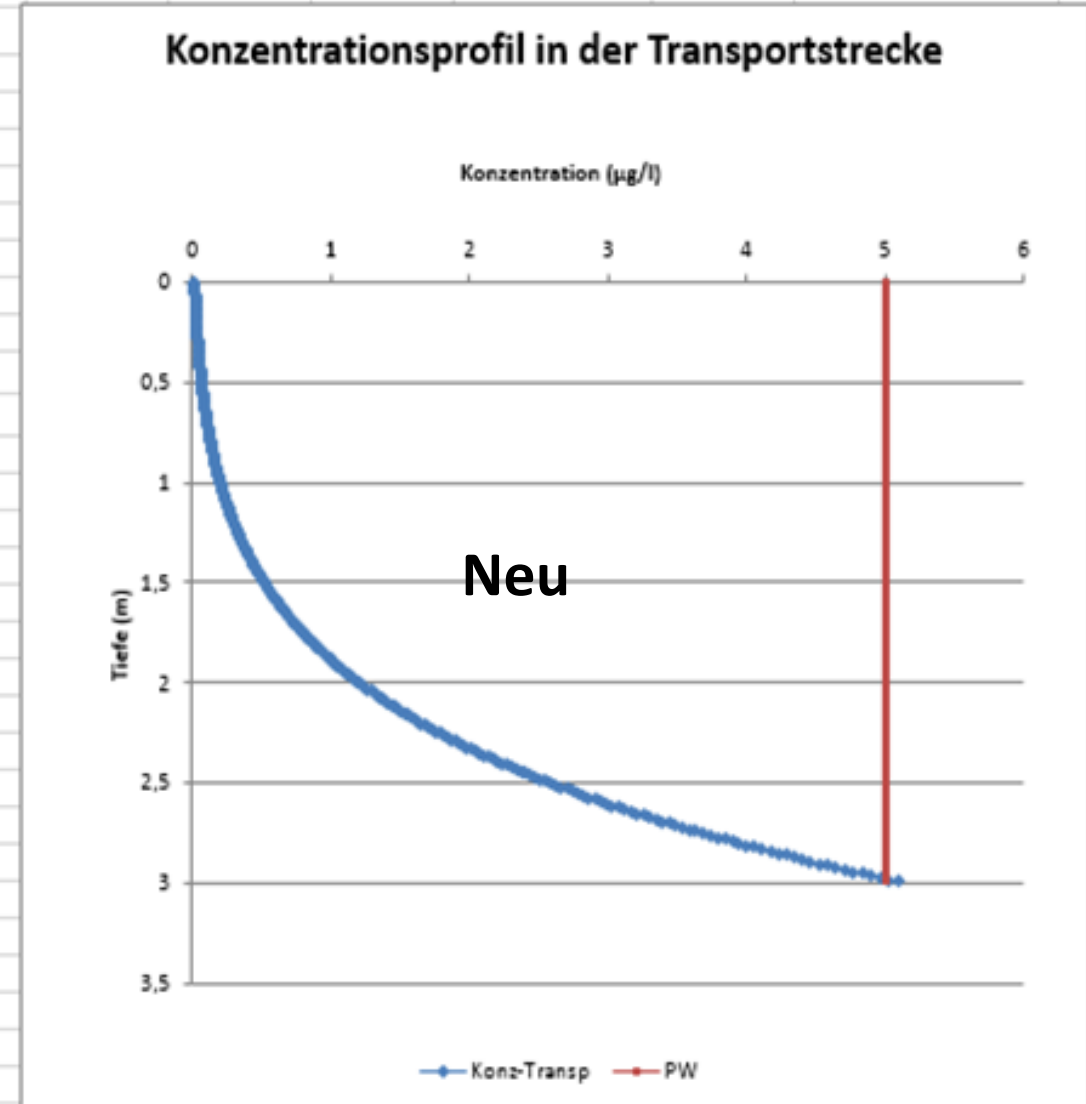
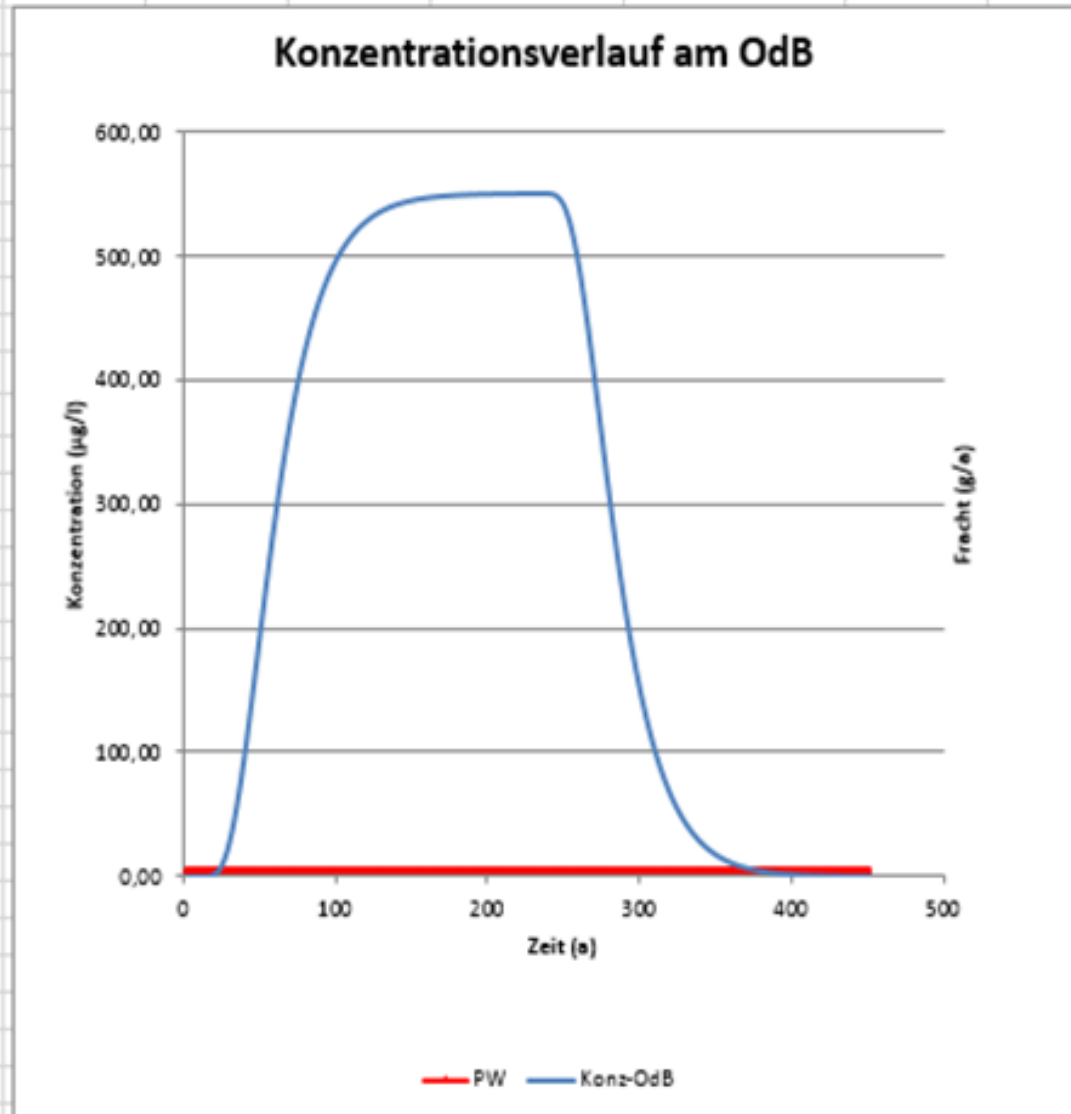
Themenblock „Prognose“ zum Berechnungszeitpunkt (PW-Unterschreitung oder Gewählt) mit:

- Kenngroßen für den Ort der Beurteilung (OdB)
- Kenngroßen für die Transportstrecke (**neu**)
- Schadstoffmassenbilanz (**neu**)
- Auswirkungen auf das Grundwasser (**neu**)

Die graphische Darstellung der Prognose-Ergebnisse erfolgt rechts von den Werten (durch horizontales Scrollen des Bildschirmes erreichbar)

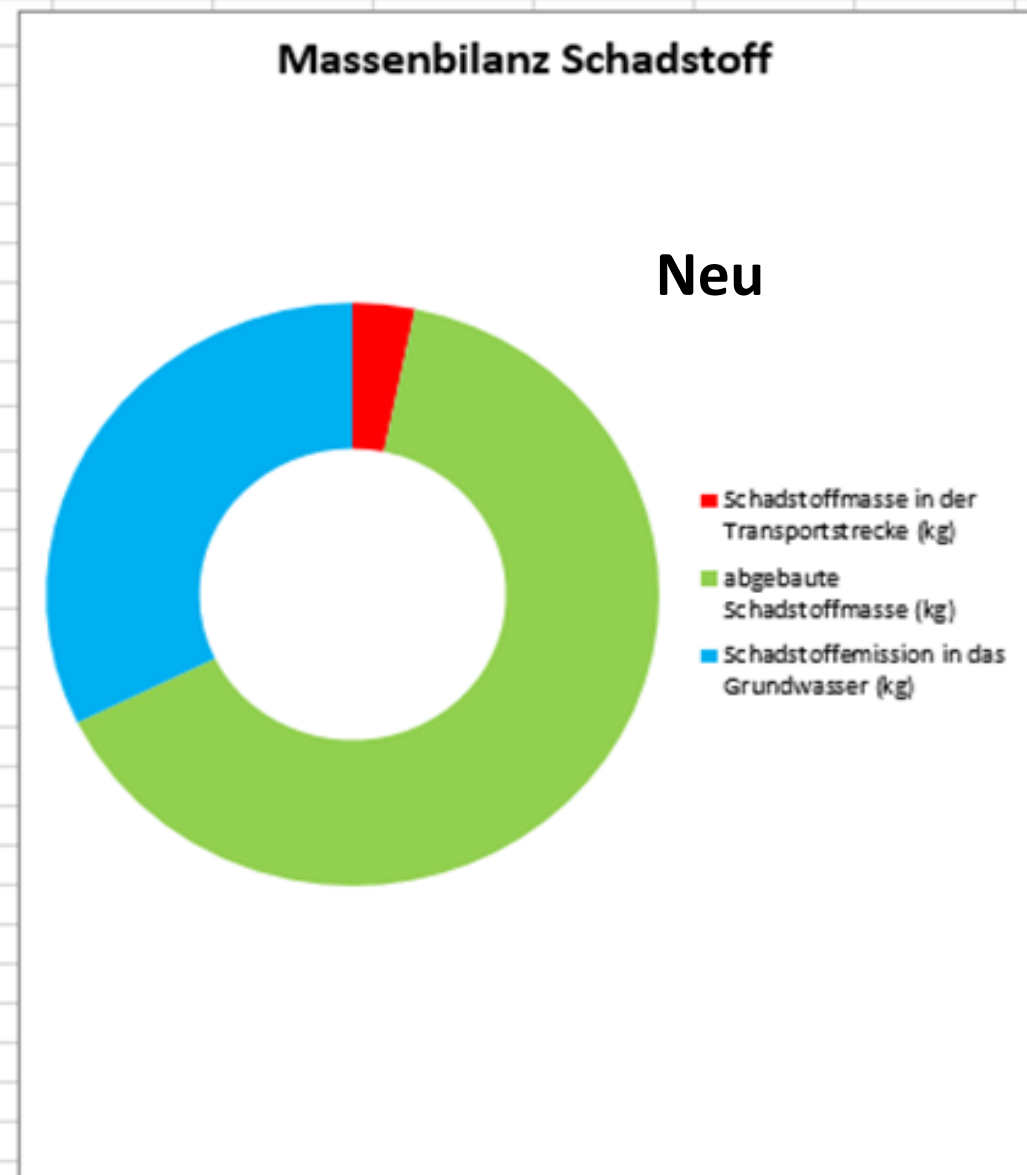
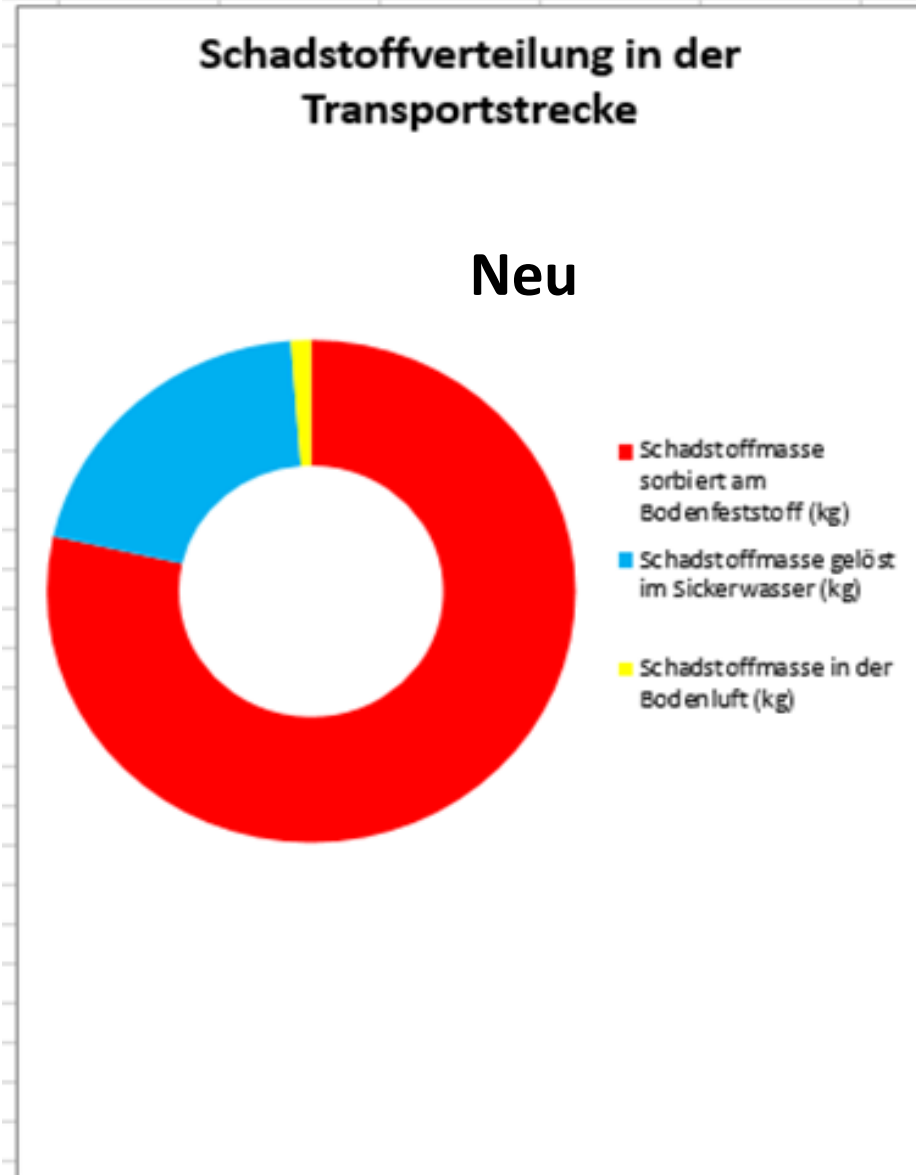
Ergebnisausgabe – Arbeitsblatt „ErgebnisausgabeA“ (5)

Graphische Darstellung des Konzentrationsverlaufes am OdB und des Konzentrationsprofils in der Transportstrecke zum Berechnungszeitpunkt (PW-Unterschreitung oder Gewählt)



Ergebnisausgabe – Arbeitsblatt „ErgebnisausgabeA“ (6)

Graphische Darstellung der Schadstoffverteilung in der Transportstrecke und der Massenbilanz zum Berechnungszeitpunkt (PW-Unterschreitung oder Gewählt)



Ergebnisausgabe – Arbeitsblatt „Jahreswerte am OdB“

Ausgabe der jährlichen Konzentrations- und Frachtwerte am OdB und an der Unterkante der Quelle für den Prognosezeitraum

Konzentrations- und Frachtentwicklung im Prognosezeitraum					
Version Ver. 3.0.0.0					
Jahr	Konz-OdB	PW	Fracht-OdB	Konz-Quelle	Fracht-Quelle
	(µg/l)	(µg/l)	(g/a)	(µg/l)	(g/a)
1	0,000	5,000	0,0	550,000	233,8
2	0,000	5,000	0,0	550,000	233,8
3	0,000	5,000	0,0	550,000	233,8
4	0,000	5,000	0,0	550,000	233,8
5	0,000	5,000	0,0	550,000	233,8
6	0,000	5,000	0,0	550,000	233,8
7	0,000	5,000	0,0	550,000	233,8
8	0,000	5,000	0,0	550,000	233,8
9	0,000	5,000	0,0	550,000	233,8
10	0,002	5,000	0,0	550,000	233,8
11	0,006	5,000	0,0	550,000	233,8
12	0,019	5,000	0,0	550,000	233,8

Ergebnisausgabe – Arbeitsblatt „Werte Tiefenprofil“

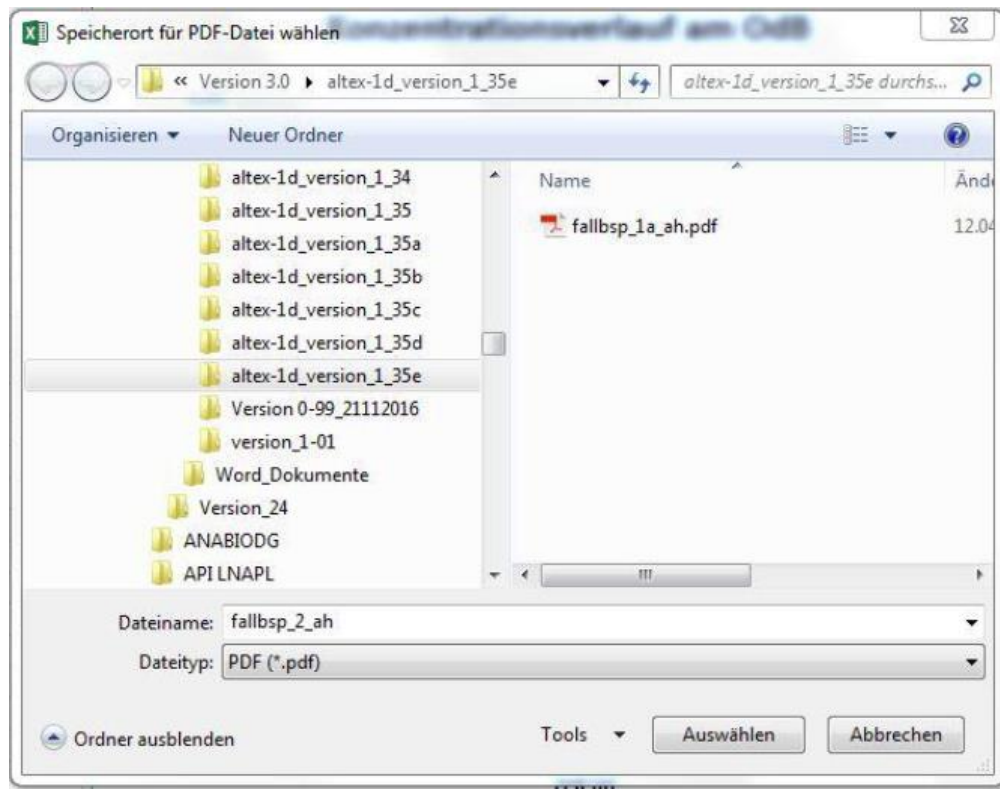
Werte der Schadstoffverteilung als Tiefenprofil über die Transportstrecke für den jeweiligen Berechnungszeitpunkt
(Schrittweite: 5 mm)

Konzentrationsprofil in der Transportstrecke			
Tiefe (mm)	gelöst (µg/l)	sorbiert (mg/kg)	Bodenluft (mg/m ³)
1	0,017	1,266	0,000
11	0,017	1,308	0,000
21	0,018	1,352	0,000
31	0,018	1,397	0,000
41	0,019	1,442	0,000
51	0,019	1,489	0,000
61	0,020	1,537	0,000
71	0,021	1,586	0,000
81	0,021	1,636	0,000
91	0,022	1,687	0,000
101	0,023	1,740	0,000
111	0,023	1,793	0,000
121	0,024	1,848	0,000
131	0,025	1,904	0,000
141	0,026	1,962	0,000
151	0,026	2,020	0,000

Neu

Ergebnisausgabe – Erstellung eines Ergebnisberichtes (1)

Beim Klick auf die Schaltfläche „Ergebnis als PDF speichern“ im Menüband von ALTEX-1D wird ein ausdrucker Ergebnisbericht im pdf-Format erzeugt



Die pdf-Datei kann unter eigenem Namen in einem vom Anwender auswählbaren Verzeichnis gespeichert werden

Ergebnisausgabe – Erstellung eines Ergebnisberichtes (2)

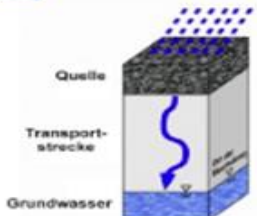
Titelseite des Ergebnisberichts (PDF)

1

Modellgestützte Sickerwasserprognose mit ALTEX-1D

Version 3.0
LABO Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz
www.labo-deutschland.de/Veroffentlichungen-Aktlasten

Projektdaten
Projektname:
Test-Fall ALA
Projektbeschreibung:
ALA_Demo_Fall A
bearbeitet von :
Engeser



Quelle
Transportstrecke
Grundwasser

Eingabedaten - Standortbeschreibung

Kontaminationsgeometrie

Kontaminationsfläche	(m ²)	400,0
Quelle OK (m u. GOK)	(m)	0,00
Quelle UK (m u. GOK)	(m)	0,50
Länge in GW-Fließrichtung	(m)	20,0

Wasserhaushalt

Verfahren zur Berechnung der Sickerwasserrate		
eigene Angabe	(mm/a)	250
Abschätzung nach Beims/Gutt		
Niederschlag	(mm/a)	(-)
Bodentyp	(-)	(-)
Vegetationsart	(-)	(-)
Versiegelungsgrad	(%)	(-)
Sickerwasserrate n. Beims/Gutt	(mm/a)	(-)

Transportstrecke

Ort der Beurteilung Ods (m u. GOK)	(m)	5,00
mittl. Temp. Transportstrecke	(°C)	15
Disp-SF (gesamte Transportstrecke)	(-)	0,100
Vorbelastung Transportstrecke	(µg/l)	0,000

Aquiferparameter

Mächtigkeit der Einmischzone	(m)	1,0
Durchlässigkeit kf-Wert	(m/s)	1,000E-03
hydraulisches Gefälle	(m/m)	1,000E-03
Schadstoff-Anstromkonzentration	(µg/l)	0,000

21.06.2018

Der Ergebnisbericht enthält eine komplette Zusammenfassung der Eingabeparameter und der Ergebnisse der Sickerwasserprognose und umfasst 10 Seiten.

Fallbeispiel 1 - Standortbeschreibung

Wurfscheibenschießanlage (Anorganik/Quelltyp A)

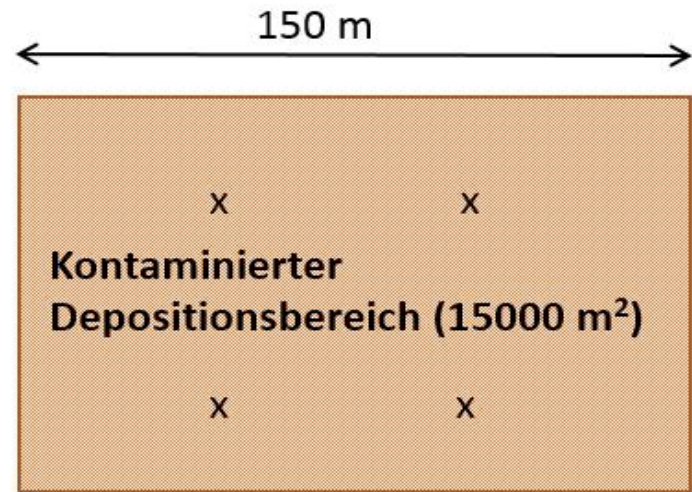
Standorttypisches Schichtprofil

Dauer Schießbetrieb: 40 a

hohe Belastung der oberflächennahen Bodenschicht
(Ah-Horizont) mit Bleischrot (32 t)

Keine Hinweise auf schießplatztypische Belastungen des
Grundwassers

Standortskizze



x: RKS (2 m u. GOK)

Bewuchs: Gras

Niederschlag: 650 mm/a

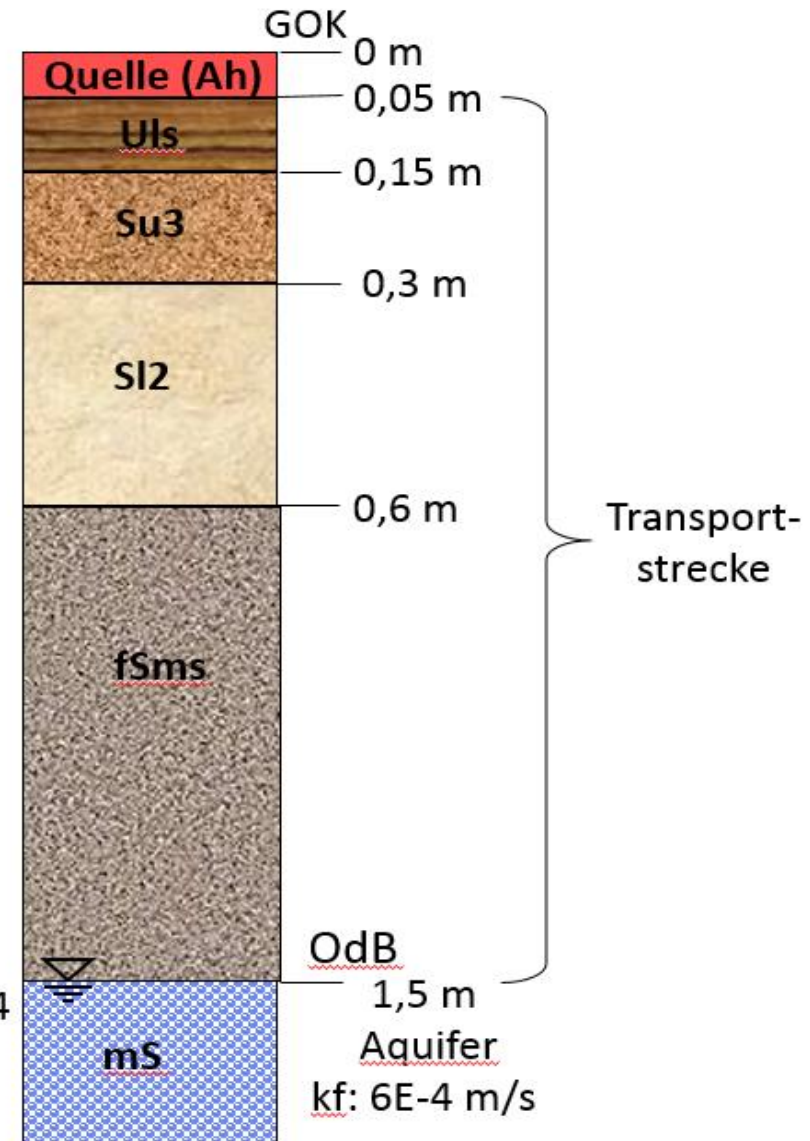
Bodenart: Uls

mittl. Bodentemperatur: 15°C

Grundwasser-
fließrichtung



hydr. Gefälle: 0,004



Anstromkonzentration: unbelastet

Fallbeispiel 1 – Beschreibung der Quelle

Mischprobe aus 4 Rammkernsondierungen

Schadstoffgehalte im Oberboden (Quelle)

Tiefen- intervall	Bodenart	mittl. Gehalte (mg/kg)	
(cm u. GOK)		Blei	Antimon
0 - 5	Ah-Horiz.	28000	1200
5 - 15	Uls	165	34

Untersuchungen Oberboden 0 – 5 cm mit Bleischrot



Ergebnisse der Eluatuntersuchungen (Quelle)

Schütteleluat W/F	Blei (µg/l)	Antimon (µg/l)
2:1	380	65
10:1	350	61

Lösungslimitierte Freisetzung aus
Bleischrot

Quellentyp A: konstante Quellkonzentration

Fallbeispiel 1 – Beschreibung der Transportstrecke



Schichtspezifische Bodenparameter

Schicht Nr.	von	bis	Boden-art	Trocken rohdichte	Grob boden	Humus gehalt	pH	Ton	Corg
	(m)	(m)		(kg/dm ³)	(%)	(%)		(%)	(%)
0 (Quelle)	0	0,05	Ah	1,1					
1	0,05	0,15	Uls	1,3	5	5	4,8	9,0	3
2	0,15	0,3	Su3	1,3	0,5	2	5,0	3,0	1
3	0,3	0,6	Sl2	1,4	0	0	5,5	6,0	0,1
4	0,6	1,5	fSms	1,5	0	0	6	1,0	0,1

Fallbeispiel 1 – Ziel der Sickerwasserprognose/Teil a

a) Bewertung der aktuellen Situation nach 40 Jahren Schießbetrieb

Mit der Prognoserechnung soll die aktuelle Belastungssituation in der ungesättigten Zone und im Grundwasser nach 40 Jahren Schießbetrieb ermittelt und die Plausibilität durch Vergleich mit den Ergebnissen aus den Boden- und Grundwasseruntersuchungen überprüft werden. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Ausgangssituation zu Beginn des Schießbetriebes wegen des großen Schadstoffvorrates und des Quelltyps A (konstante Quellkonzentration) im Wesentlichen dem aktuellen Emissionszustand der Quelle (40 Jahre nach Emissionsbeginn) entspricht und die Ergebnisse aus den aktuellen Untersuchungen bezüglich Feststoffgehalten und Quellkonzentrationen insofern als Eingabeparameter für die Ausgangssituation herangezogen werden können.

In Anbetracht der hohen Bleischrotbelastung und der bereits nachgewiesenen Verlagerung der Blei- und Antimonbelastung in tiefere Bodenschichten (Schicht 1) ist insbesondere von Interesse, wie tief die Verlagerung bereits fortgeschritten ist, und ob eine Beseitigung der Quelle durch Auskoffnung des Oberbodens (0 – 5 cm) ausreicht, um eine zukünftige Verunreinigung des Grundwassers zu verhindern. Die Berechnungen werden daher für **Blei und Antimon** durchgeführt.

Fallbeispiel 1 – Ergebnis der Sickerwasserprognose/Teil a

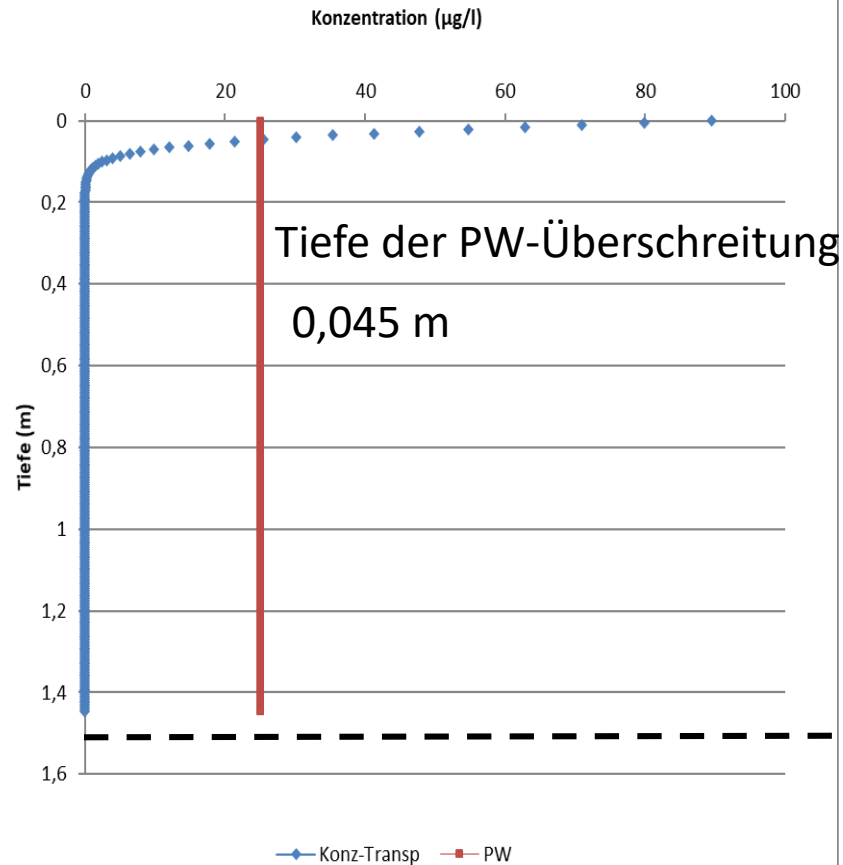
Konzentrationsprofile in der Transportstrecke nach 40 a Schießbetrieb

Blei (kd BGR)

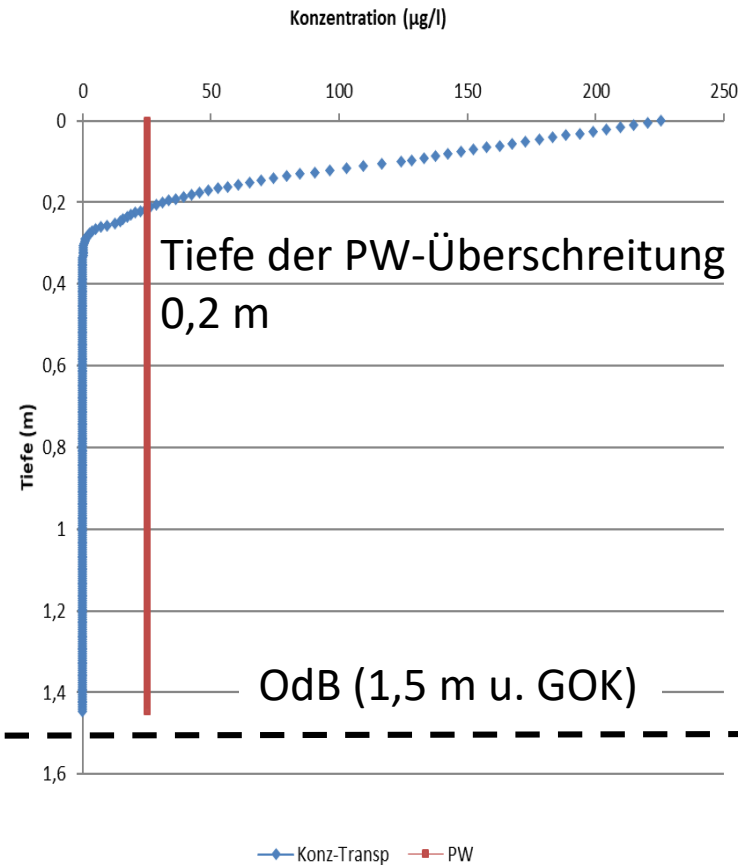
Blei (kd van den Berg&Roels)

Antimon (kd BGR)

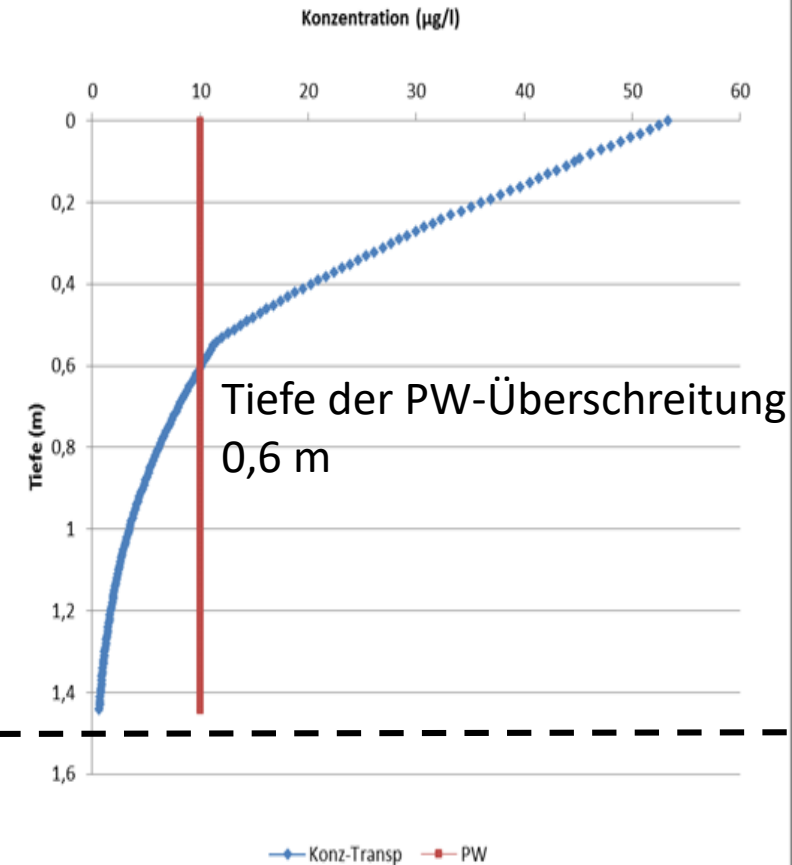
Konzentrationsprofil in der Transportstrecke



Konzentrationsprofil in der Transportstrecke



Konzentrationsprofil in der Transportstrecke



Ergebnis: weder für Blei noch für Antimon ist nach 40 a Schießbetrieb eine PW-Überschreitung am OdB zu erwarten, Übereinstimmung mit den Befunden der Grundwasseranalysen

Fallbeispiel 1 – Ziel der Sickerwasserprognose/Teil b

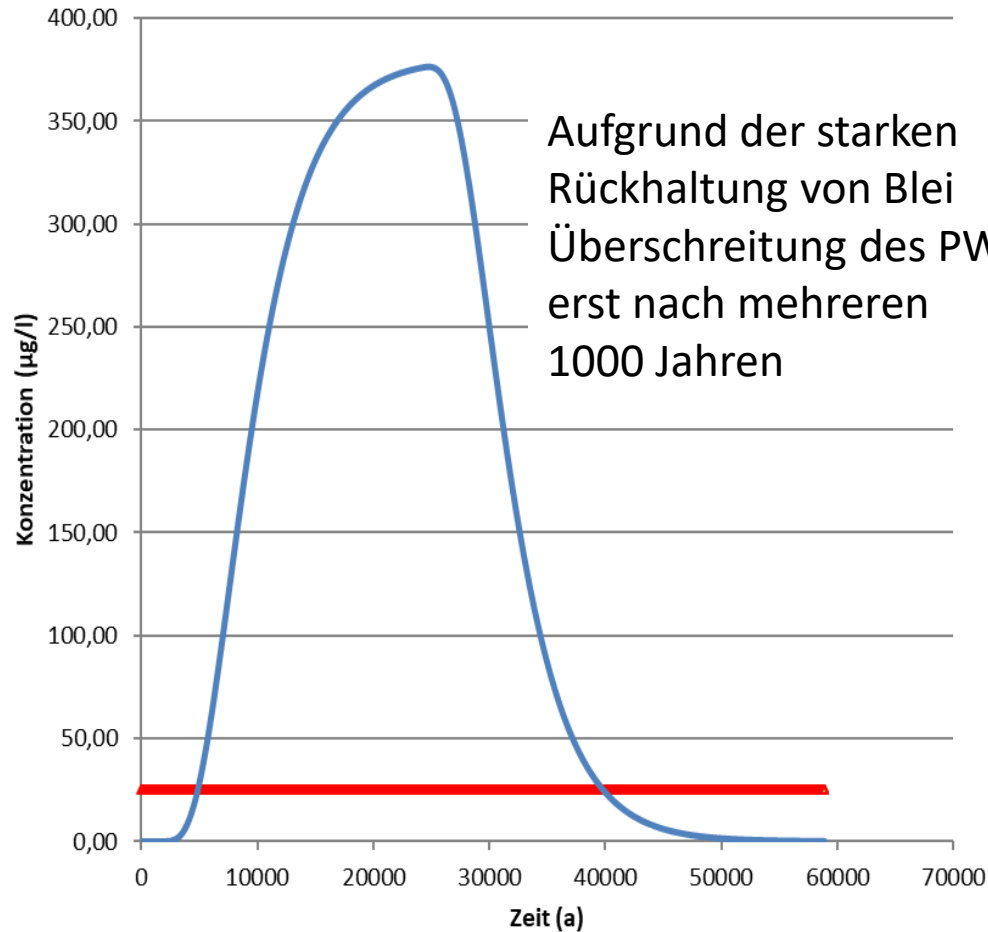
b) Prognose im Hinblick auf eine zukünftige Überschreitung des Prüfwertes

Mit der Prognoserechnung soll abgeschätzt werden, ob in überschaubarer Zukunft eine Prüfwertüberschreitung am Ort der Beurteilung (OdB) zu erwarten ist. Der Prognosezeitraum umfasst daher den gesamten beurteilungsrelevanten Zeitraum vom Beginn des Schießbetriebes vor 40 Jahren über den Zeitpunkt der erstmaligen Prüfwertüberschreitung bis zur Prüfwertunterschreitung nach Erschöpfung des mobilisierbaren Schadstoffvorrats. Die Berechnung werden **für Blei und Antimon** durchgeführt.

Fallbeispiel 1 – Ergebnis der Sickerwasserprognose/Teil b

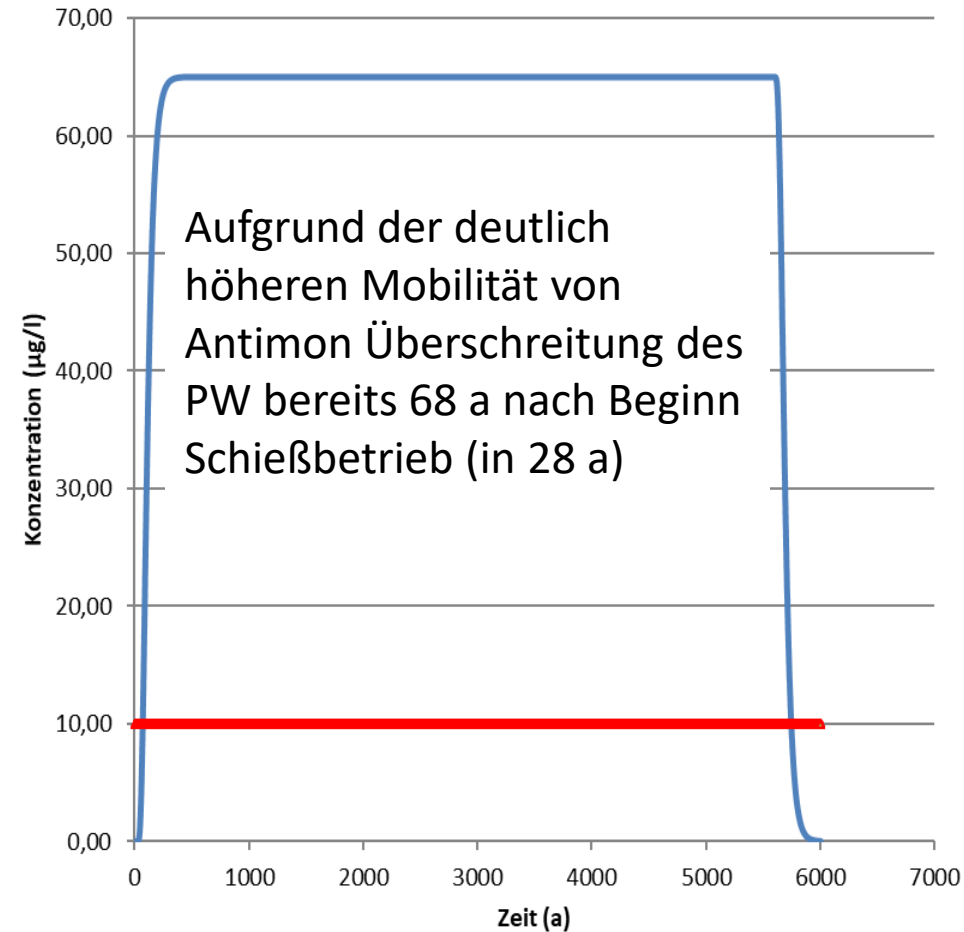
Blei (kd BGR)

Konzentrationsverlauf am OdB



Antimon (kd BGR)

Konzentrationsverlauf am OdB



Fallbeispiel 1 – Zielsetzung der Sickerwasserprognose/Teil c

c) Auswirkung einer Sanierung (Beseitigung der Quelle)

Während für Blei trotz des großen Schadstoffvorrates aufgrund der hohen Rückhaltung keine Überschreitung des Prüfwertes in überschaubarer Zukunft zu erwarten ist, trifft dies für Antimon nicht zu (Überschreitung 68 a nach Beginn Schießbetrieb).

Insofern stellt sich insbesondere im Hinblick auf Antimon die Frage, ob durch eine Sanierungsmaßnahme mit Beseitigung der Quelle (Abtrag des mit Bleischrot belasteten Oberbodens bis 5 cm Tiefe) noch eine Verunreinigung des Grundwassers verhindert werden kann, oder eine Verunreinigung des Grundwassers aufgrund der bereits fortgeschrittenen Verlagerung der Antimon-Kontamination zur Tiefe auch durch eine Sanierung nicht mehr aufgehalten werden kann.

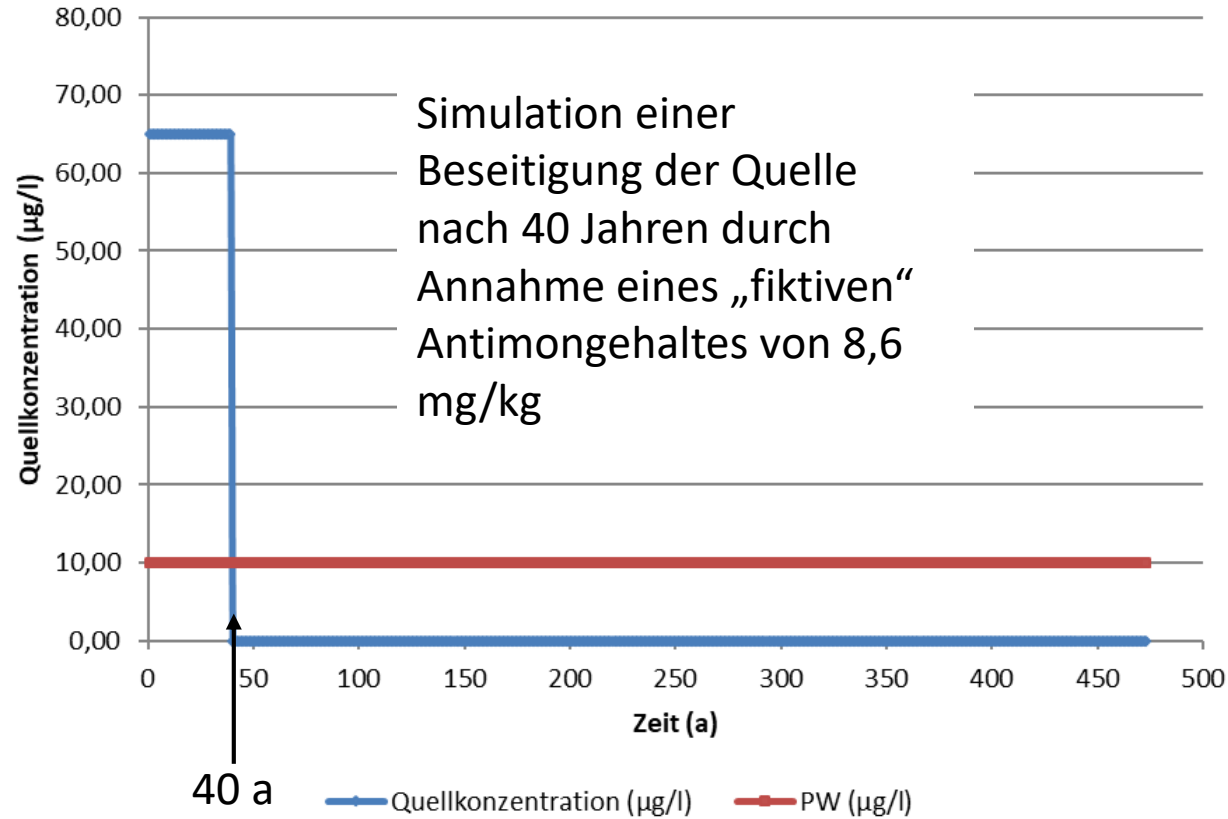
Auch diese Frage kann durch eine Sickerwasserprognose mit ALTEX-1D beantwortet werden. Dazu wird durch eine iterative Anpassung des durchschnittlichen Schadstoffgehaltes in der Zelle B42 des Arbeitsblattes „Quelle“ die mobilisierbare Schadstoffmasse so eingestellt, dass sich gerade eine Emissionsdauer von 40 Jahren ergibt und dann eine Prognose bis zur Unterschreitung des Prüfwertes durchgeführt. Dadurch kann die Wirkung einer Sanierungsmaßnahme mit Beseitigung der Quelle nach 40 Jahren simuliert werden. Eine Emissionsdauer von 40 Jahren ergibt sich bei einem „fiktiven“ Antimongehalt von 8,6 mg/kg.

Fallbeispiel 1 – Ergebnis der Sickerwasserprognose/Teil c (1)

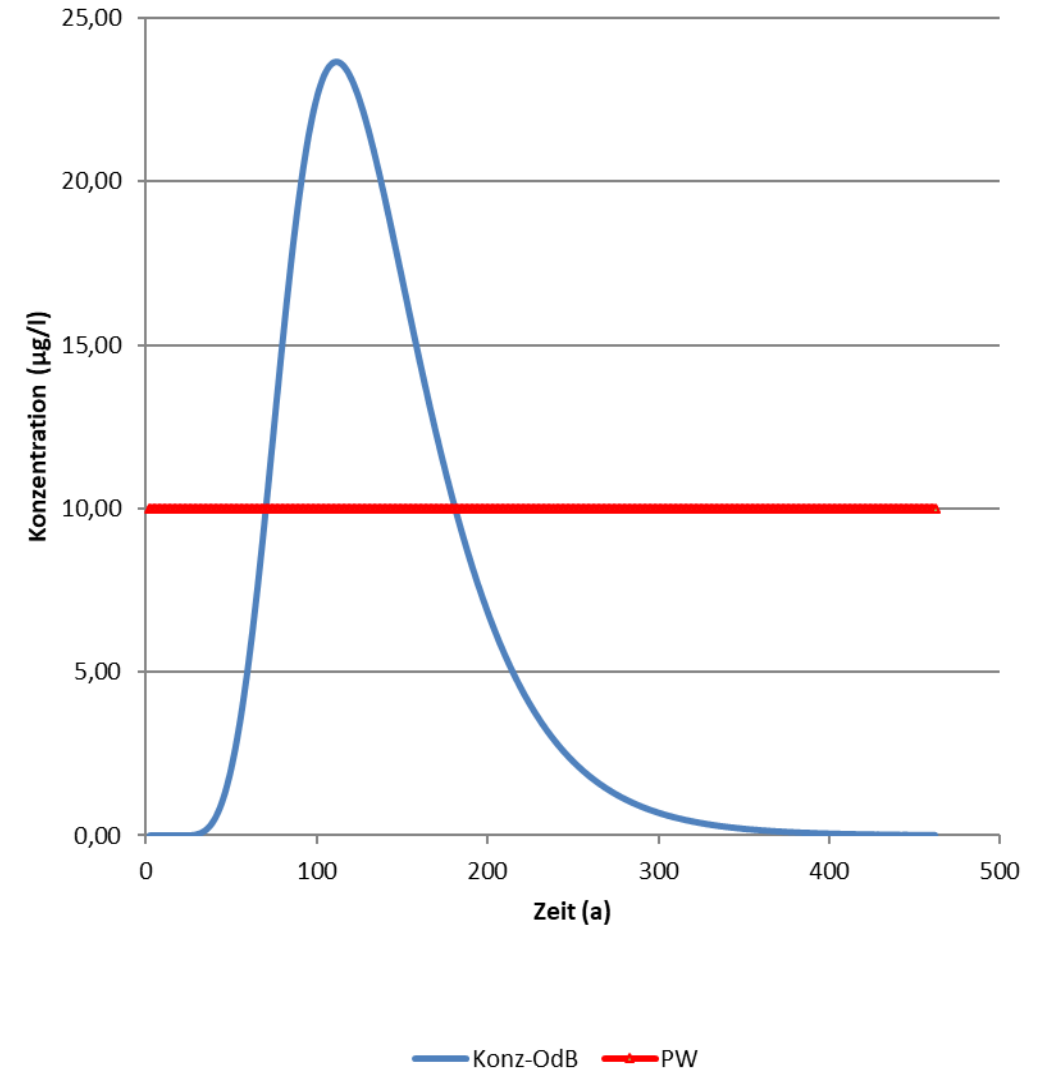
Antimon

Auswirkung einer Beseitigung der Quelle nach 40 a

Entwicklung der Quellskonzentration



Konzentrationsverlauf am OdB



Maximalkonzentration am OdB: 23,7 $\mu\text{g/l}$

Maximalkonzentration in der Einmischzone: 4,6 $\mu\text{g/l}$,

keine Überschreitung der GFS (5 $\mu\text{g/l}$)!

Fallbeispiel 1 – Ergebnis der Sickerwasserprognose/Teil c) (2)

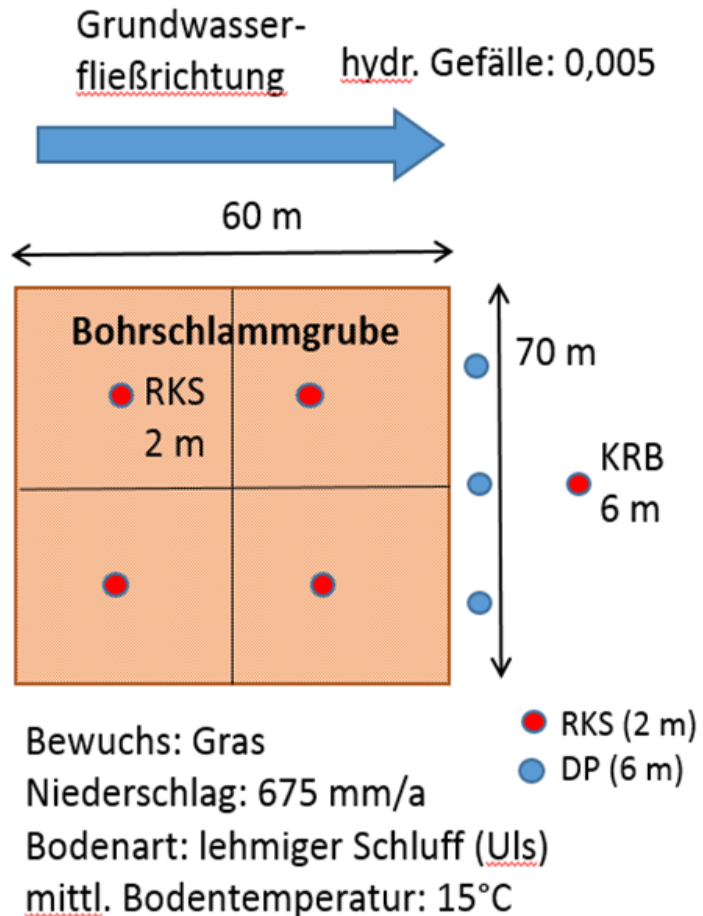
Vergleich der Ergebnisse für Antimon ohne/mit Auskofferung

		ohne Auskofferung	mit Auskofferung
Zeitpunkt PW-Überschreitung	a	68	68
Zeitpunkt PW-Unterschreitung	a	5744	179
max. Konz. OdB	µg/l	65,0	23,7
max. Konz. GW (Einmischzone)	µg/l	12,6	4,6
Überschreitung GFS Faktor	-	2,5	0,9
Emission in das Grundwasser	kg	988	5,5

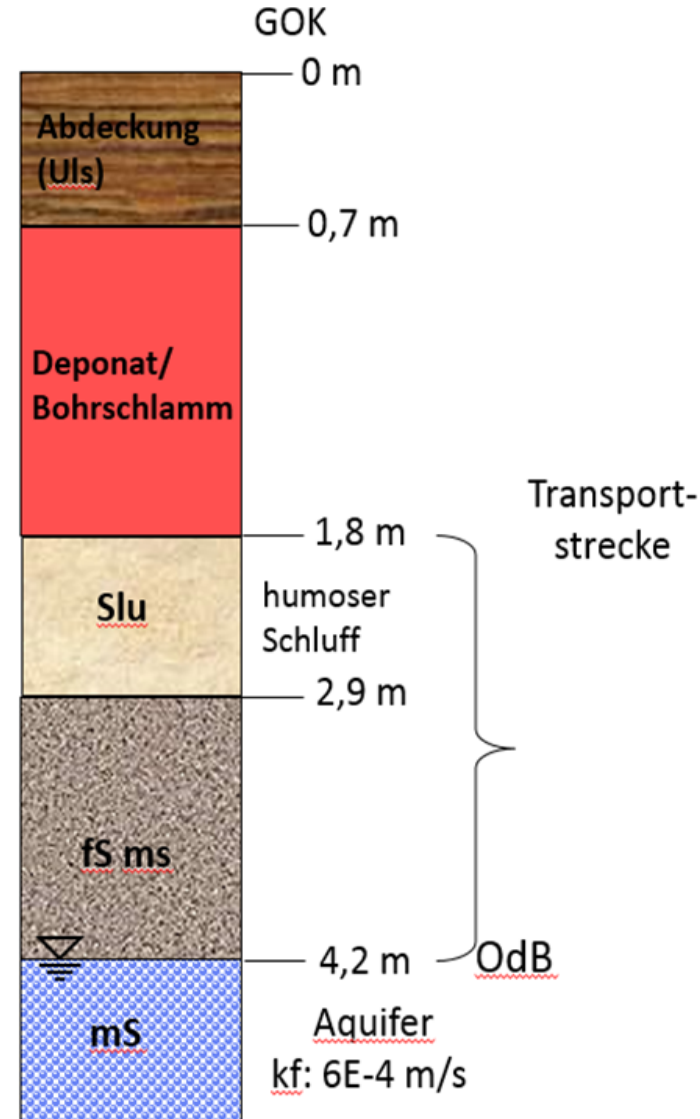
Fallbeispiel 2 - Standortbeschreibung

Ehemalige Bohrschlammgrube (Organik/Quelltyp A)

Standortskizze



Standorttypisches Schichtprofil



Historie

Einlagerungszeitraum Bohrschlamm:
1963 - 1965

2018 Orientierende Untersuchung

- 4 RKS im Ablagerungsbereich (2 m)
- Je 1 Mischprobe aus Deponat
- Untersuchung Feststoff/Eluat
- 3 DP-Sondierungen Abstrom (6 m)
- 1 KRB Abstrom (6 m)

Ergebnis OU:

Deponatbereich: 0,7 – 1,8 m u. GOK

Organoleptisch auffällig: MKW-Geruch

relevante Schadstoffe:

MKW, BTEX/Benzol, PAK/Naphthalin

Grundwasserproben/DP-Sondierungen:
im Abstrom keine Hinweise auf
Beeinflussung durch Bohrschlammgrube

Fallbeispiel 2 – Beschreibung der Quelle

Schadstoffgehalte im Deponat (Quelle)

Parameter (mg/kg)	MP-S1	MP-S2	MP-S3	MP-S4
KW-Index C10-C40	25700	16300	31600	12400
KW-Index C10-C22	12100	7600	13700	3800
BTEX	23,5	5,1	37	1,3
Benzol	1,3	0,4	7,2	0,3
ΣPAK	12,2	7,3	22,5	6,8
Naphthalin	8,2	4,1	10,9	3,1

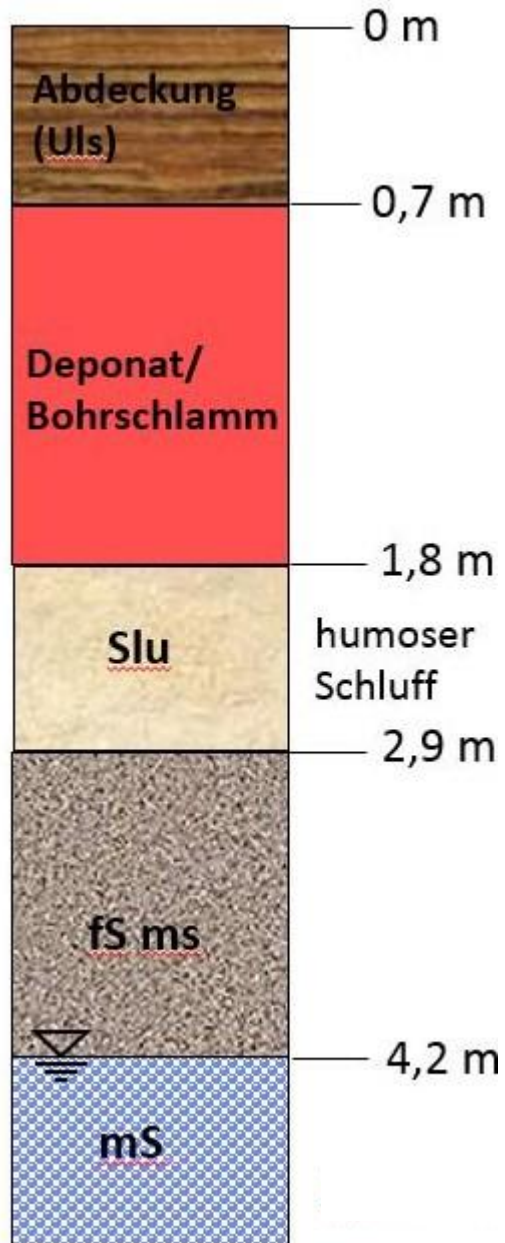
Ergebnisse der Eluatuntersuchungen (Quelle)

Parameter	Einheit	W/F-Verhältnis	
		2:1	10:1
KW (C10-C40)	µg/l	1350	1320
KW (C10-C22)	µg/l	1200	1175
BTEX	µg/l	75	58
Benzol	µg/l	14	12
PAK	µg/l	25	21
Naphthalin	µg/l	16	14

Lösungslimitierte Freisetzung aus residualer Phase
Quellentyp A: konstante Quellkonzentration



Fallbeispiel 2 - Beschreibung der Transportstrecke



Schichtspezifische Bodenparameter

Schicht Nr.	von	bis	Boden-art	Trocken rohdichte	Grob boden	Humus gehalt	Corg
	(m)	(m)		(kg/dm ³)	(%)	(%)	(%)
Quelle	0,7	1,8	Schluff	1,5			
1	1,8	2,9	Slu	1,6	0	5	3
2	2,9	4,2	fS ms	1,6	0	0	0,1

Fallbeispiel 2 – Ziel der Sickerwasserprognose/Teil a

a) Bewertung der aktuellen Situation

Mit der Prognoserechnung soll die aktuelle Belastungssituation in der ungesättigten Zone und im Grundwasser 55 Jahre nach Beginn der Einlagerung des Bohrschlammes ermittelt und die Plausibilität durch Vergleich mit den Ergebnissen aus den Boden-und Grundwasseruntersuchungen überprüft werden. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Ausgangssituation zu Beginn der Bohrschlammeinlagerung wegen des großen Schadstoffvorrates und des Quelltyps A (konstante Quellkonzentration) im wesentlichen dem aktuellen Emissionszustand der Quelle (55 Jahre nach Emissionsbeginn) entspricht und die Ergebnisse aus den aktuellen Untersuchungen bezüglich Feststoffgehalten und Quellkonzentrationen insofern als Eingabeparameter für die Ausgangssituation herangezogen werden können.

Die Berechnungen werden für Benzol, n-Decan (als mobilster Vertreter der C10-C20 MKW) und Naphthalin durchgeführt. Entsprechend der Beschreibung der Quelle wird der Quelltyp A (konstante Quellkonzentration) zugrundegelegt.

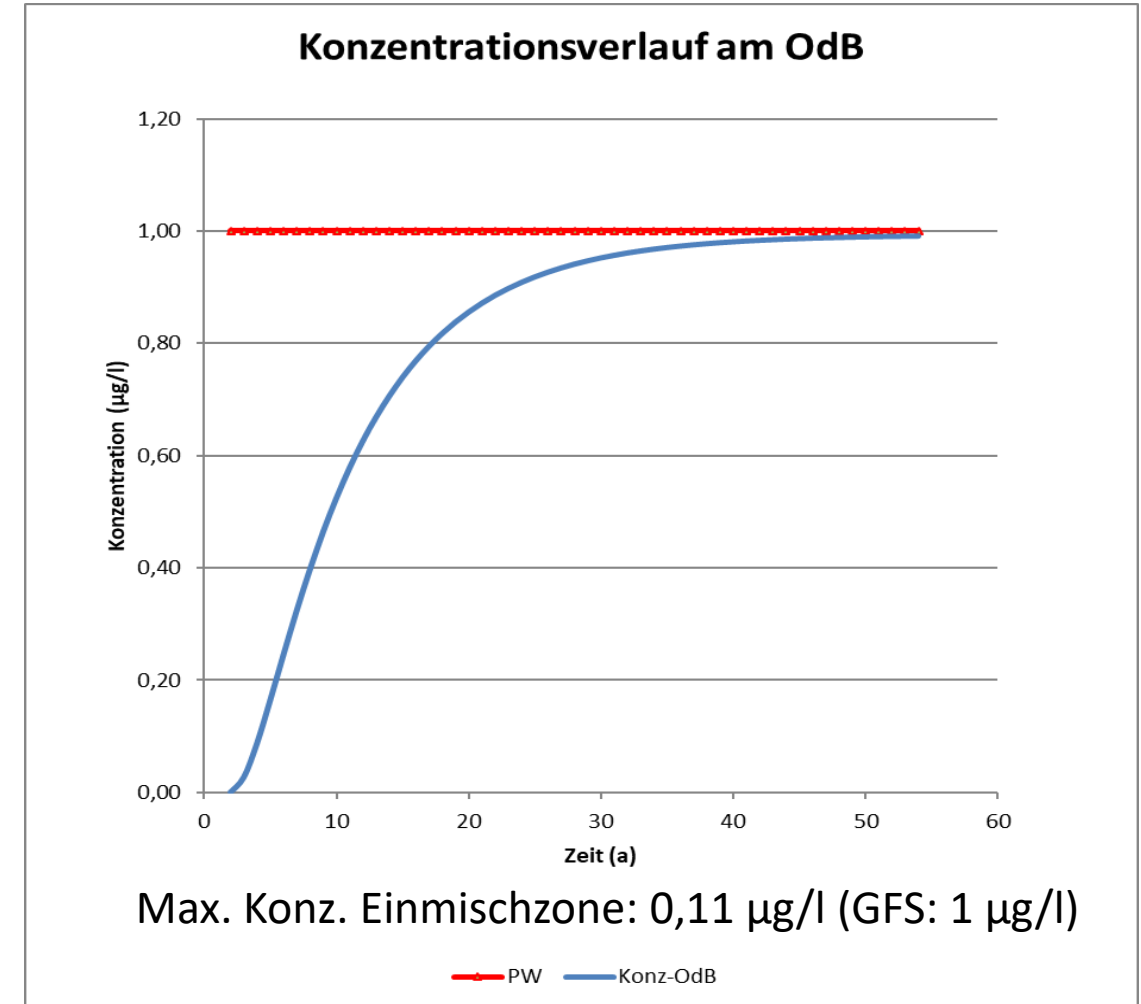
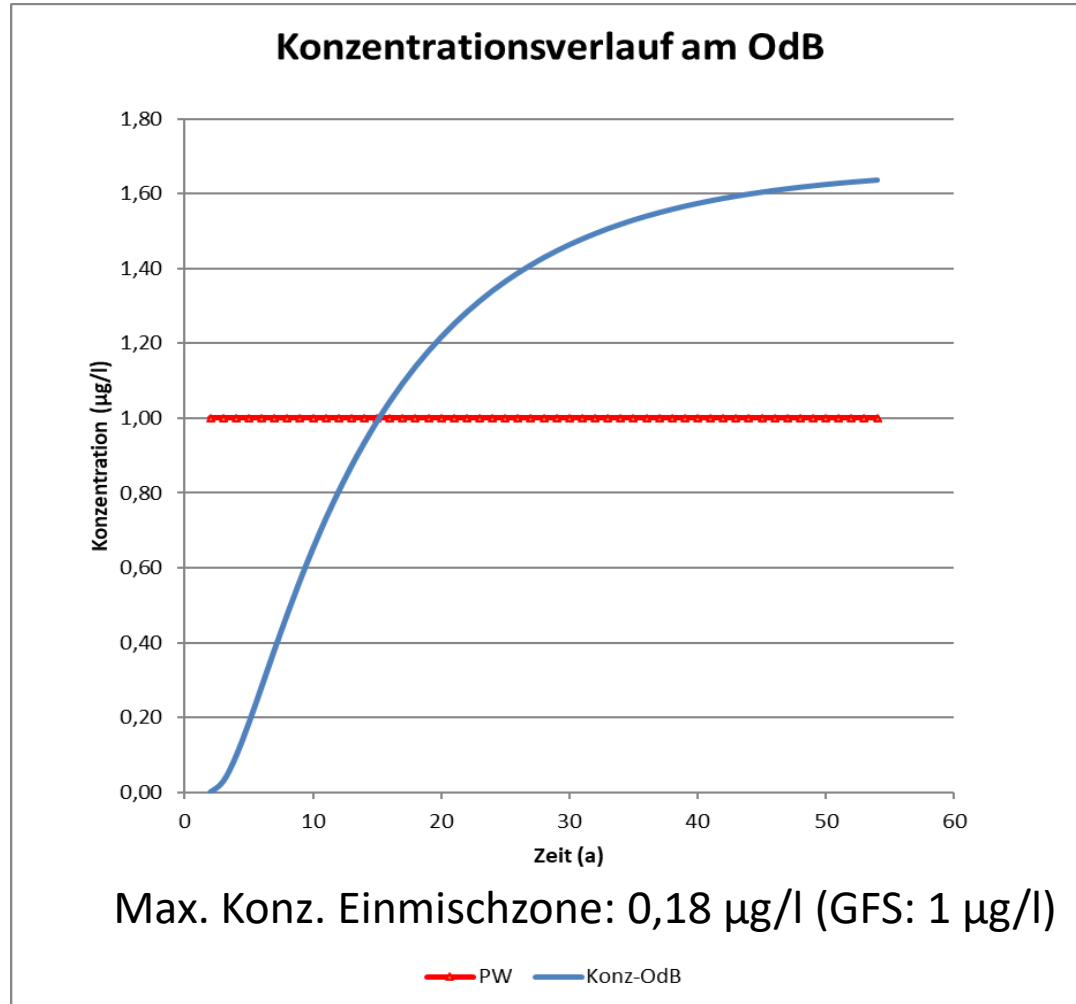
Fallbeispiel 2 – Ergebnis der Sickerwasserprognose/Teil a (1)

Aktuelle Situation (55 a nach Einlagerungsbeginn)

Benzol (Halbwertszeit: 0,666 a)

Spannweite Halbwertszeit Max/Min: 0,666 a/0,175 a

Benzol (Halbwertszeit: 0,4 a)



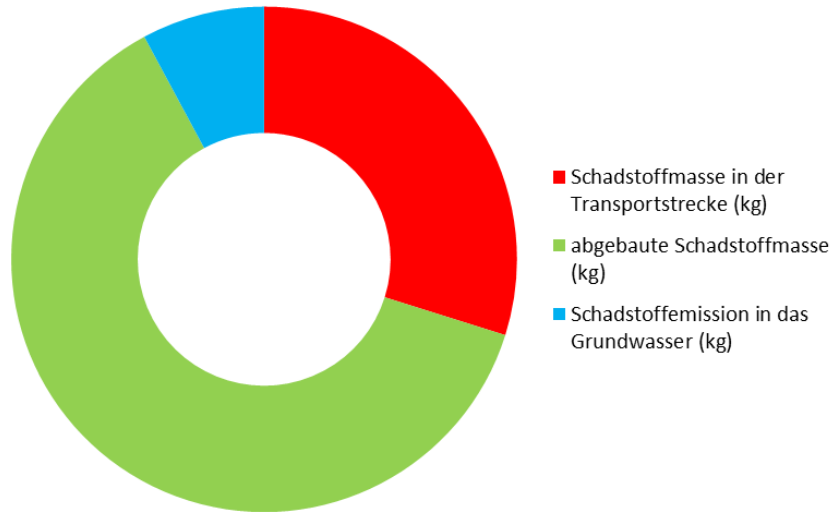
Bei max. Halbwertszeit geringfügige Überschreitung des PW am OdB aber keine Überschreitung der GFS im Grundwasser (Einmischzone). Bereits bei Halbwertszeit von 0,4 a (deutlich oberhalb Min-Wert) keine Überschreitung des PW am OdB

Fallbeispiel 2 – Ergebnis der Sickerwasserprognose/Teil a (2)

Aktuelle Situation (55 a nach Einlagerungsbeginn)

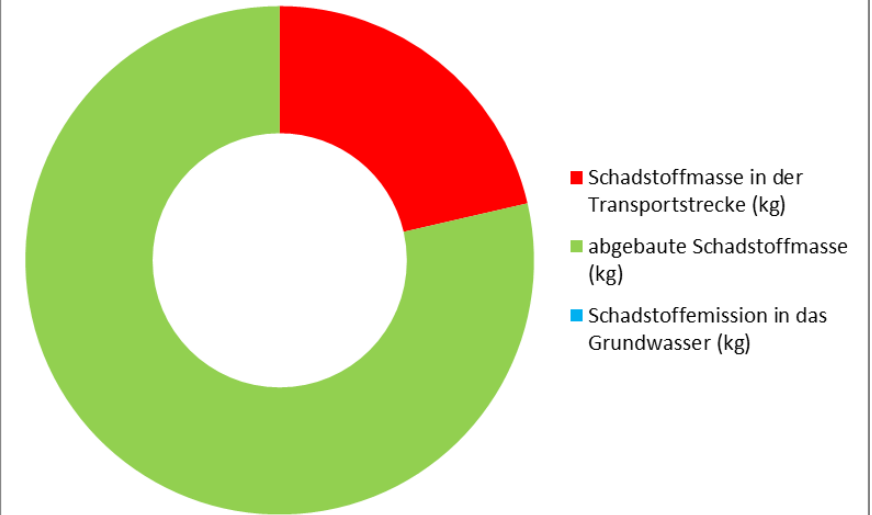
Benzol (Halbwertszeit: 0,666 a) Spannweite Halbwertszeit Max/Min: 0,666 a/0,175 a **Benzol (Halbwertszeit: 0,4 a)**

Massenbilanz Schadstoff



Bei max. Halbwertszeit (0,666 a) gelangen 8 % der emittierten Benzol-Fracht in das Grundwasser, der überwiegende Teil wird abgebaut, bei der Halbwertszeit von 0,4 a tritt bereits keine Emission in das Grundwasser mehr auf.

Massenbilanz Schadstoff

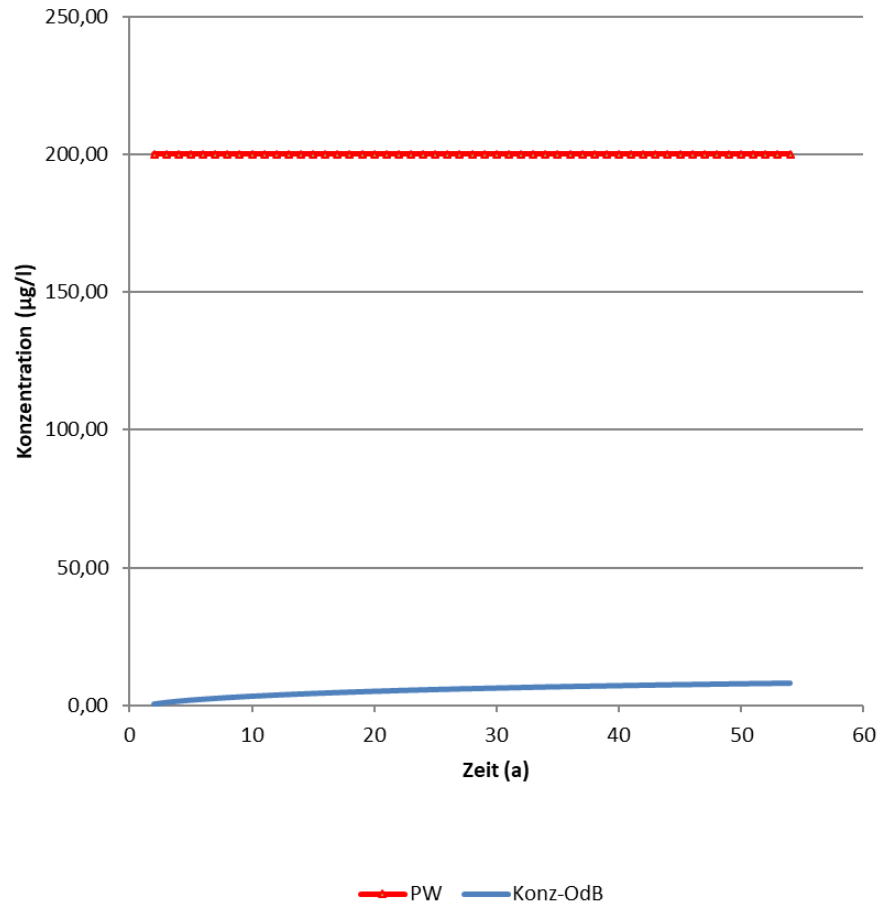


Fallbeispiel 2 – Ergebnis der Sickerwasserprognose/Teil a (3)

Aktuelle Situation (55 a nach Einlagerungsbeginn)

n-Decan

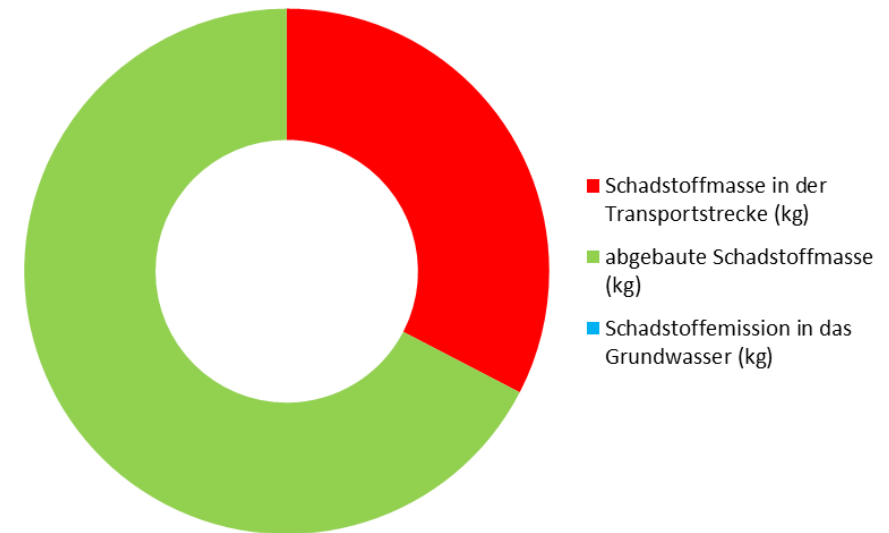
Konzentrationsverlauf am OdB



Selbst bei Annahme der max. Halbwertszeit (0,235 a) ergibt sich für n-Decan trotz der hohen Quellskonzentrationen keine Überschreitung des PW am OdB. Dies liegt an der guten Abbaubarkeit in Kombination mit dem erhöhten Retardationsfaktor infolge der hohen Flüchtigkeit (Henry-Konstante)

n-Decan

Massenbilanz Schadstoff



Fallbeispiel 2 – Ergebnis der Sickerwasserprognose/Teil a (4)

Vergleich der physikalisch-chemischen Stoffeigenschaften

	Henry	koc	max. HWZ	äquiv. Disp. -SF	äquiv. kd-Wert	Retard. faktor	Aufenthalts- dauer	Masse abgebaut	Masse sorbiert
Einheit		l/kg	a		l/kg		a	%	kg
Benzol	0,227	165,6	0,666	2,763	2,4	17	50,2	63,2	28,66
n-Decan	210,5	1721,9	0,235	1089,547	34,1	228,9	673,9	71,5	28,45
Naphthalin	0,018	1836,5	1,244	0,276	26,25	176,6	519,9	6,1	93,8

Das Ergebnis der Sickerwasserprognosen für den aktuellen Zustand (55 a nach Einlagerungsbeginn) ist in Übereinstimmung mit den Befunden der DP-Sondierungen, bei denen im Grundwasser unmittelbar abstromseitig der BSG keine Hinweise auf Schadstoffausträge aus der BSG festgestellt werden konnten.

Fallbeispiel 2 – Ziel der Sickerwasserprognose/Teil b

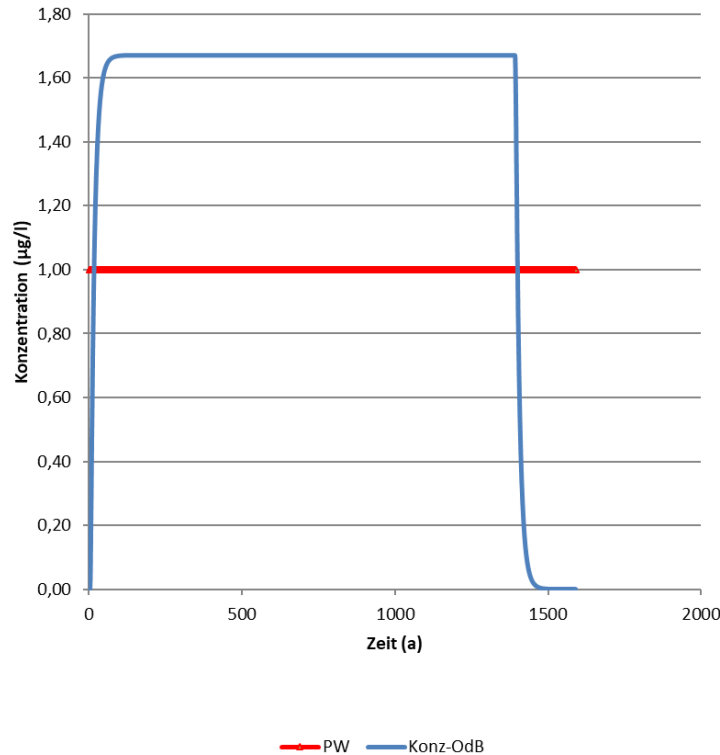
b) Prognose im Hinblick auf eine zukünftige Überschreitung des Prüfwertes

Um zu bewerten, ob von der Bohrschlammgrube eine Gefahr für das Grundwasser ausgeht, soll durch eine Sickerwasserprognose geprüft werden, ob zukünftig am OdB eine Überschreitung des Prüfwertes zu erwarten ist. Die Prognose wird für den gesamten beurteilungsrelevanten Zeitraum vom Beginn der Bohrschlammeinlagerung vor 55 Jahren über den Zeitpunkt der erstmaligen Prüfwertüberschreitung bis zur Prüfwertunterschreitung nach Erschöpfung des mobilisierbaren Schadstoffvorrats durchgeführt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Ausgangssituation zu Beginn der Bohrschlammeinlagerung wegen des großen Schadstoffvorrates und des Quelltyps A (konstante Quellkonzentration) im wesentlichen dem aktuellen Emissionszustand der Quelle (55 Jahre nach Emissionsbeginn) entspricht und die Ergebnisse aus den aktuellen Untersuchungen bezüglich Feststoffgehalten und Quellkonzentrationen insofern als Eingabeparameter für die Ausgangssituation herangezogen werden können.

Fallbeispiel 2 – Ergebnis der Sickerwasserprognose/Teil b

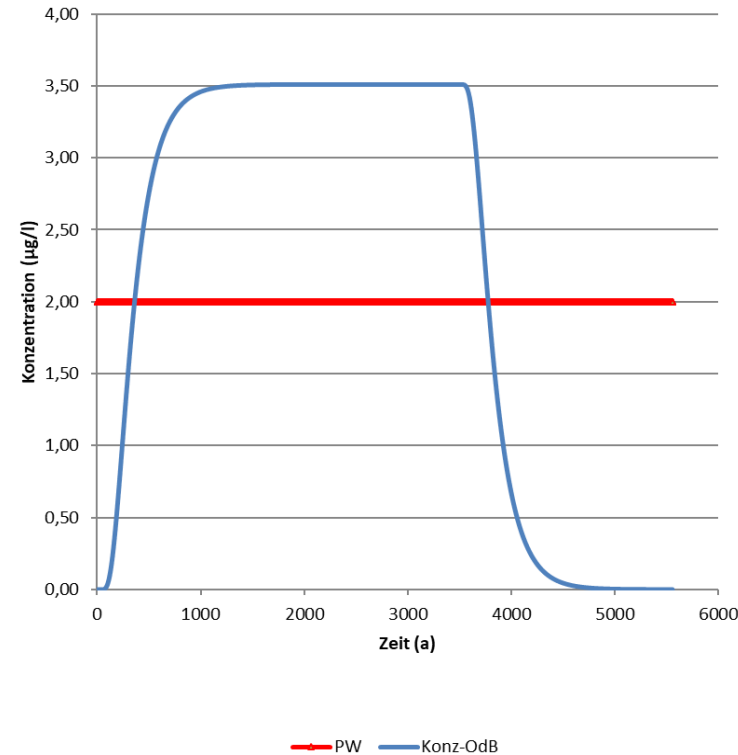
Benzol (max. HWZ: 0,666 a)

Konzentrationsverlauf am OdB



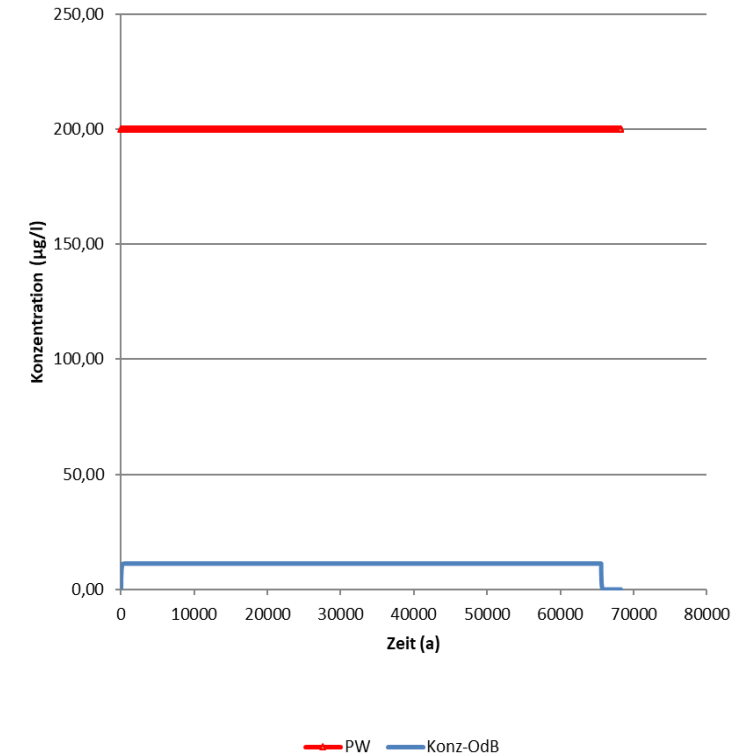
Naphthalin (max. HWZ: 0,666 a)

Konzentrationsverlauf am OdB



n-Decan (max. HWZ: 0,235 a)

Konzentrationsverlauf am OdB



Trotz der erheblichen MKW-Gesamtgehalte und der deutlichen Freisetzung von Schadstoffen im Eluat ist für n-Decan auch zukünftig keine Überschreitung des PW am OdB zu erwarten. Für Benzol und Naphthalin ergibt sich bei Annahme der Maximalwerte für die Halbwertszeiten nur eine geringfügige Überschreitung des Prüfwertes am OdB, die aber zu keiner Überschreitung der GFS im Grundwasser führt. Eine Gefahr für das Grundwasser kann damit ausgeschlossen werden.