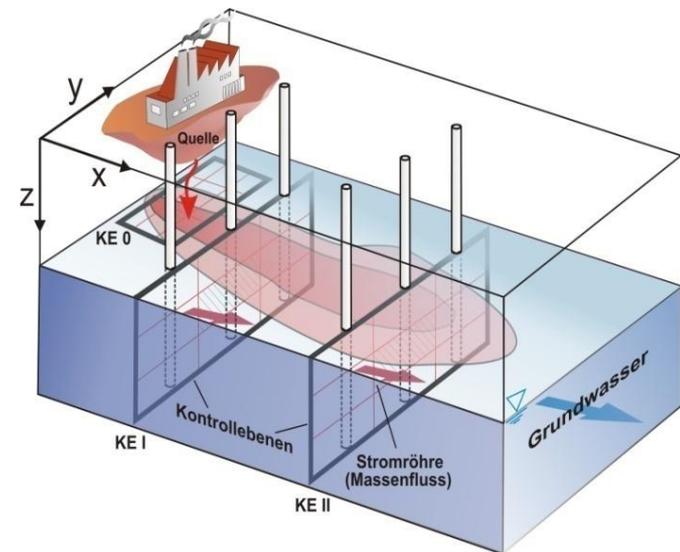


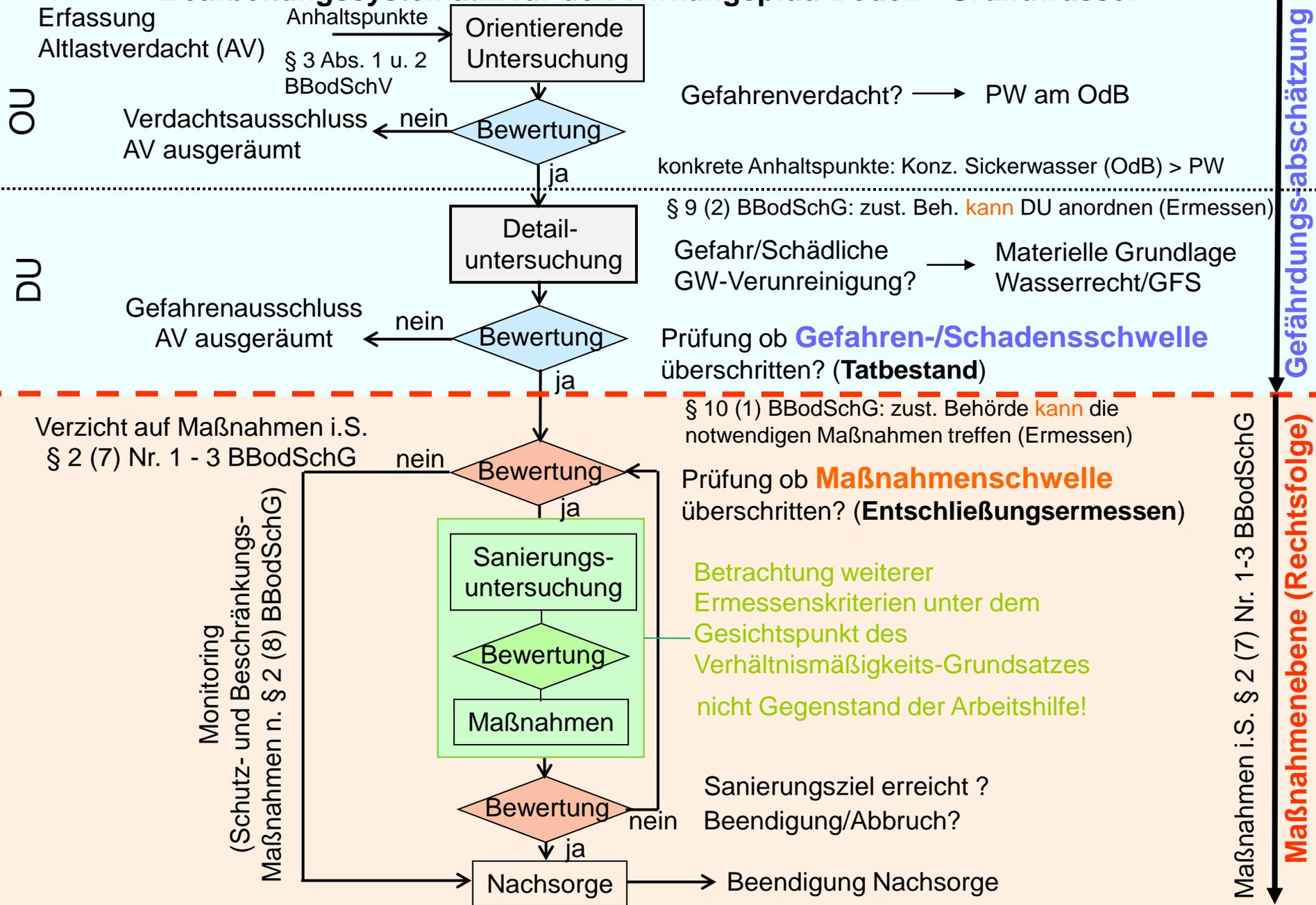
Ermessensleitende Kriterien bei der Bearbeitung altlastbedingter Grundwassergefahren und -schäden

Vorstellung der Arbeitshilfe (2)

- Anwendung
- Stromröhrenmodell
- Fallbeispiele/EIKriBaG-x

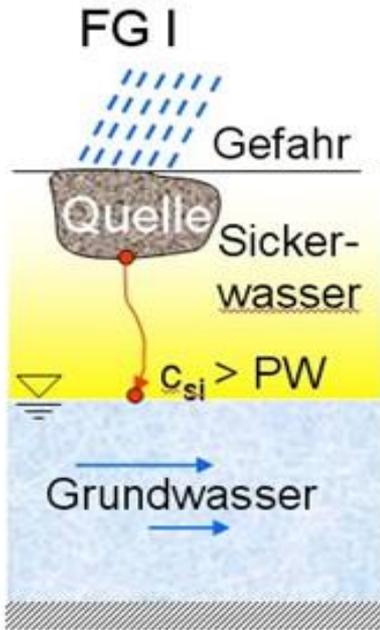


Ermessensleitende Kriterien im Rahmen der bodenschutzrechtlichen Bearbeitungssystematik für den Wirkungspfad Boden - Grundwasser



Anwendung des Leitfadens – FG-I (Gefahr)

Gefahrenschwelle - Prüfschritte und Bewertung



Prüfschritte:

1. Ermittlung der maximal zu erwartenden Stoffkonzentration im Sickerwasser c_{si} am OdB

Methode: Durchführung einer Sickerwasserprognose. Es wird eine quantitative Abschätzung unter Heranziehung entsprechender Berechnungsinstrumente (bspw. ALTEX-1D oder andere) vorausgesetzt.

2. Ermittlung der Sickerwasserfracht E_{si} am OdB

Methode: Berechnung mit Gl. 6 (Kap. 5.1.1).

3. Ermittlung der maximal zulässigen Stoffkonzentration c_{si-max} im Sickerwasser am OdB

Methode: Berechnung mit Gl. 4 – 5 (Kap. 5.1.1) und Gl. 15 (Kap. 8.1.1.2/Anhang). Die Einmischzonenmächtigkeit ist auf 1 m beschränkt.

4. Ermittlung der maximal zulässigen Fracht $E_{schwell}$

Methode: Berechnung mit Gl. 7 (Kap. 5.1.3).

Bewertung:

Die Gefahrenschwelle ist unterschritten, wenn folgende Bedingungen gleichzeitig eingehalten werden:

$$c_{si}(OdB) \leq c_{si-max}$$

$$B_q \leq 10 \text{ m}$$

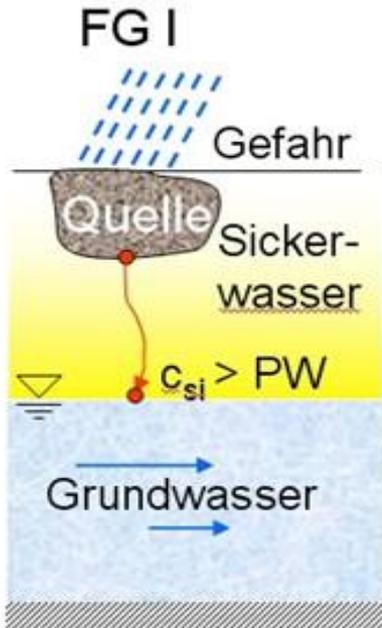
$$E_{si} \leq E_{schwell}$$

Kapitelangaben entspr. Leitfaden (GeoBericht 22)



Anwendung des Leitfadens – FG-I (Gefahr)

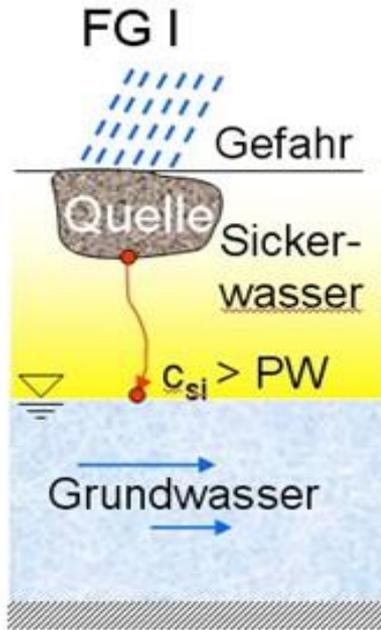
Gefahrenschwelle - Konsequenzen der Bewertung



Bewertungsebene	Gefahrenschwelle	
	überschritten	unterschritten
Gefährdungsabschätzung		
OU	Verdacht bestätigt, Voraussetzung für Anordnung DU erfüllt	vorauss. keine Gefahr, Ausscheidung aus Bearbeitung, ggfs. Anordnung DU
DU	Gefahr bestätigt, Bewertung im Hinblick auf Überschreitung der Maßnahmenschwelle	Gefahr ausgeschlossen, Ausscheidung aus Bearbeitung
Maßnahmen		
Beendigung/Abbruch	Gefahr besteht fort, Bewertung im Hinblick auf Überschreitung der Maßnahmenschwelle	Gefahr abgewehrt, Ausscheidung aus AL-Kataster

Anwendung des Leitfadens – FG-I (Gefahr)

Maßnahmenschwelle (MS-G) - Prüfschritte und Bewertung



Prüfschritte:

1. Ermittlung der maximal zu erwartenden Stoffkonzentration im Sickerwasser c_{si} am OdB
Methode: Durchführung einer Sickerwasserprognose. Es wird eine quantitative Abschätzung unter Heranziehung entsprechender Berechnungsinstrumente (bspw. ALTEX-1D oder andere) vorausgesetzt.
2. Ermittlung der Sickerwasserfracht E_{si} am OdB
Methode: Berechnung mit Gl. 6 (Kap. 5.1.1)
3. Ermittlung der maximal zulässigen Stoffkonzentration c_{si-max} im Sickerwasser am OdB
Methode: Berechnung mit Gl. 4 – 5 (Kap. 5.1.1) und Gl. 15 (Kap. 8.1.1.2/Anhang). Als Einmischzonenmächtigkeit kann die gesamte Aquifermächtigkeit des obersten Grundwasserleiters maximal jedoch 35 m eingesetzt werden.
4. Ermittlung der maximal zulässigen Fracht E_{ger}
Methode: Berechnung mit Gl. 8 (Kap. 5.2.1.2).

Bewertung:

Die Maßnahmenschwelle MS-G ist unterschritten, wenn folgende Bedingungen gleichzeitig eingehalten werden:

$$c_{si}(OdB) \leq c_{si-max}$$

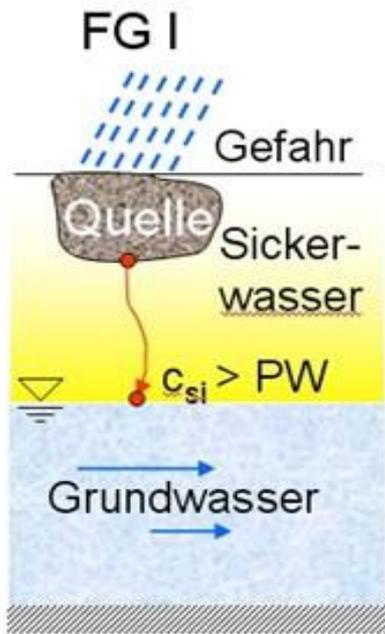
$$B_q \leq 100 \text{ m}$$

$$E_{si} \leq E_{ger}$$

Kapitelangaben entspr. Leitfaden (GeoBericht 22)



Anwendung des Leitfadens – FG-I (Gefahr) Maßnahmenschwelle (MS-G) - Konsequenzen der Bewertung

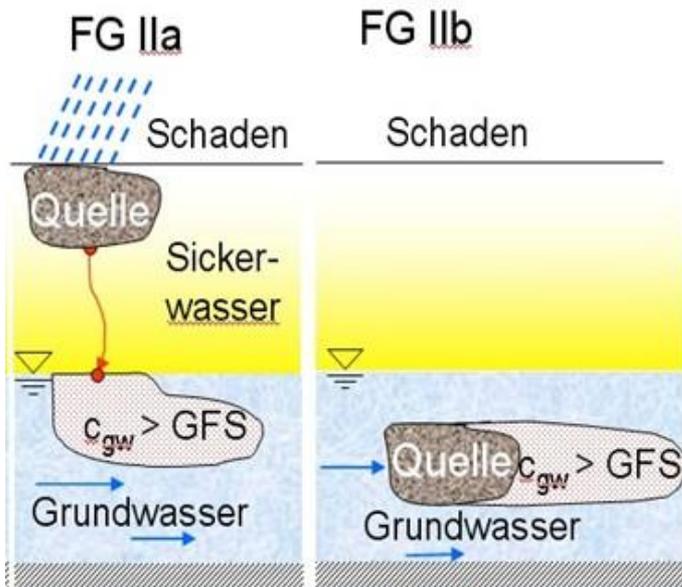


Bewertungs- /Entscheidungsebene (Entschließungsermessen)	Maßnahmenschwelle (MS-G)	
	überschritten	unterschritten
Durchführung/Anordnung Maßnahmen	Maßnahmen i.d.R. erforderlich, weitere Prüfung unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeits- grundsatzes	Maßnahmen i.d.R. nicht erforderlich, (Gefahr wird toleriert), Verbleib im AL- Kataster
Beendigung/Abbruch Maßnahmen	Fortsetzung der Maßnahmen i.d.R. erforderlich	Fortsetzung der Maßnahmen i.d.R. nicht erforderlich, (Gefahr wird toleriert), Verbleib im AL- Kataster



Anwendung des Leitfadens – FG-II (Schaden)

Schadensschwelle - Prüfschritte und Bewertung



Prüfschritte:

1. Ermittlung der Konzentration und Fracht in der relevanten Kontrollebene KE-I

Methode: Bestimmung der über den Abstromquerschnitt (Breite: max. 10 m, Mächtigkeit: max. 1 m) der Kontrollebene (Abb. 9/Kap. 5.1.2) gemittelten Konzentration c_{KE} und Fracht E_{KE} durch eine ausreichende Anzahl geeigneter Grundwassermessstellen. Die Mittelung ist durchflussproportional über ein Stromröhrenmodell (Kap. 8.2/Anhang) durchzuführen.

2. Ermittlung der maximal zulässigen Fracht $E_{schwell}$

Methode: Berechnung mit Gl. 7 (Kap. 5.1.3).

Bewertung:

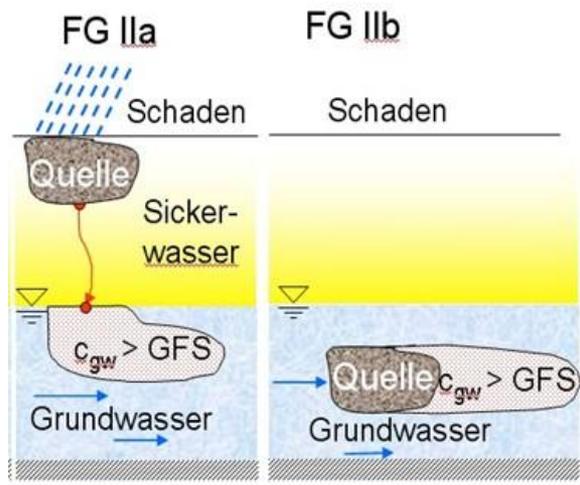
Die Schadensschwelle ist unterschritten, wenn im Jahresmittel folgende Bedingungen gleichzeitig eingehalten werden:

$$\begin{aligned}c_{KE} &\leq GFS \\E_{KE} &\leq E_{schwell} \\B_q &\leq 10 \text{ m}\end{aligned}$$

Kapitelangaben entspr. Leitfaden (GeoBericht 22)



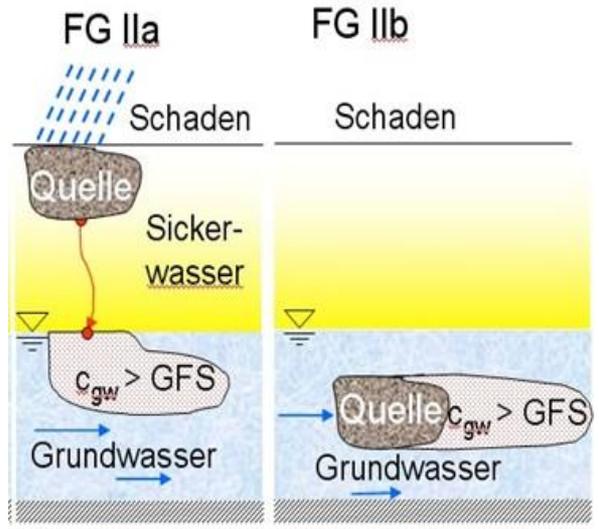
Anwendung des Leitfadens – FG-II (Schaden) Schadensschwelle - Konsequenzen der Bewertung



Bewertungsebene	Schadensschwelle	
	überschritten	unterschritten
Gefährdungsabschätzung		
OU/DU	Schaden bestätigt, Bewertung im Hinblick auf Überschreitung der Maßnahmenschwelle	Schaden ausgeschlossen, Ausscheidung aus Bearbeitung
Maßnahmen		
Beendigung/Abbruch	Schaden besteht fort, Bewertung im Hinblick auf Überschreitung der Maßnahmenschwelle	Schaden beseitigt, Ausscheidung aus AL-Kataster



Anwendung des Leitfadens – FG-II (Schaden) Maßnahmenschwelle (MS-S) - Prüfschritte und Bewertung



Prüfschritte:

1. Ermittlung der Konzentration und Fracht in der relevanten Kontrollebene KE. Relevante Kontrollebene ist im **allgemeinen Fall KE-I** und im **Ausnahmefall KE-II** (s. Kap. 5.2.2).

Methode: Bestimmung der über den Abstromquerschnitt (Breite: max. 100 m, Mächtigkeit: Aquifermächtigkeit bzw. max. 35 m) der relevanten Kontrollebene (Abb. 12/Kap. 5.2.2) gemittelten Konzentration c_{KE} und Fracht E_{KE} durch eine ausreichende Anzahl geeigneter Grundwassermessstellen. Die Mittelung ist durchflussproportional über ein Stromröhrenmodell (Kap. 8.2/Anhang) durchzuführen.

2. Ermittlung der standortspezifischen geringen Fracht E_{ger}

Methode: Berechnung mit Gl. 8 (Kap. 5.2.1.2).

Bewertung:

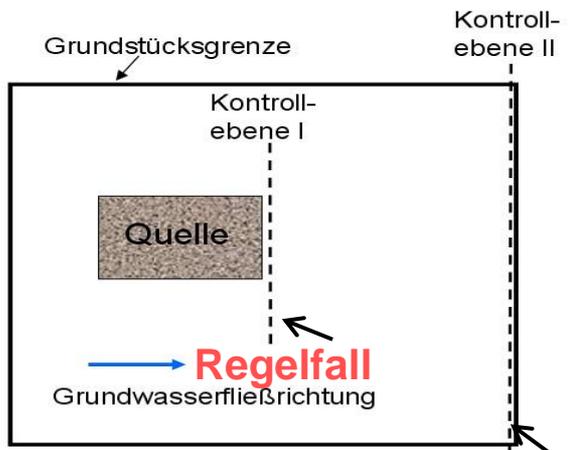
Die Maßnahmenschwelle MS-S ist unterschritten, wenn im Jahresmittel folgende Bedingungen gleichzeitig eingehalten werden:

$$c_{KE} \leq GFS$$

$$E_{KE} \leq E_{ger}$$

$$B_q \leq 100 \text{ m}$$

Kapitelangaben entspr. Leitfaden (GeoBericht 22)

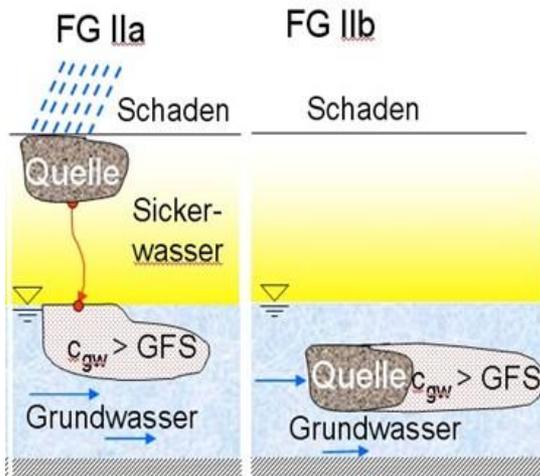


Ausnahmefall



Anwendung des Leitfadens – FG-II (Schaden)

Maßnahmenschwelle (MS-S) - Konsequenzen der Bewertung



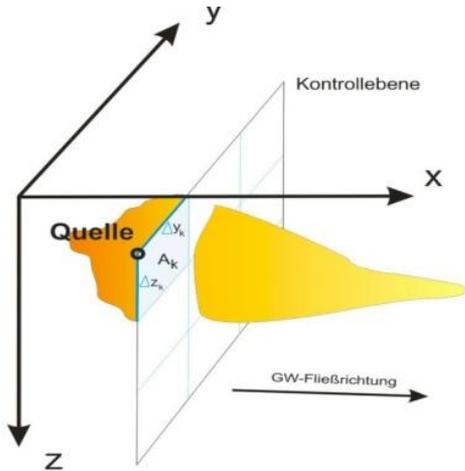
Bewertungs- /Entscheidungsebene (Entschließungsermessen)	Maßnahmenschwelle (MS-S)	
		überschritten
Durchführung/ Anordnung Maßnahmen	Maßnahmen erforderlich, Bewertung im Hinblick auf Art der Maßnahmen (Auswahl-ermessen)	Maßnahmen nicht erforderlich, (Gefahr wird toleriert), Verbleib im AL-Kataster
Beendigung/Abbruch Maßnahmen	Fortsetzung der Maßnahmen i.d.R. erforderlich,	Fortsetzung der Maßnahmen i.d.R. nicht erforderlich, (Gefahr wird toleriert), Verbleib im AL-Kataster

EIKriBaG-x

Ermessensleitende Kriterien bei der Bearbeitung atlastbedingter Grundwassergefahren und -schäden mit Excel



Microsoft Excel-Arbeitsmappe



	A	B	C	D	E	F
1	Ermessensleitende Kriterien		Bearbeiter:	Engeser		
2	FG-I: Gefahr		Projekt:	Fallbsp. 1b		
3	gelbe Felder: Eingabefelder		Datum Bearbeit. Version	08.02.13 1.2		
4						
5	Eingabeparameter	Symbol	Einheit	Wert		
6	Schadstoff			Sulfat		
7	GFS	GFS	µg/l	240000,00		
8						
9	Kontrollebenen			KE-A	KE-0	KE-I
10	Anzahl Stroh				1	
11	Fläche				13750,00	
12	Länge parallel				250,0	
13	Breite senkrecht GW-Fließrichtung	B _q	m	33,00	55,0	
14	mittl. Sickerwasserrate	SWR _m	m/a		0,200	
15	mittl. Stoffkonzentration im Sickerwasser am OdB	C _{si(OdB)}	µg/l		1500000,0	
16	Sickerwasserfracht am OdB	E _{si(OdB)}	g/a		4125000,0	
17	mittl. Mächtigkeit	d	m	10,00		
18	mittl.					
19	mittl.					
20						
21	Gefahr	keine Eingabe möglich, gesperrt				
22	Mächtigkeit					
23	Standortfaktor	SF	(-)		0,95	
24	Einmischfaktor	EF	(-)		1,65	
25	maximal zulässige Stoffkonz. im Sickerwasser	C _{si-max}	µg/l		396103,2	
28	resultierende Konzentration im GW	C _{gw}	µg/l			807241,2
29	Schwellenfracht	E _{schwell}	g/a		113529,6	
30						
31	Bewertung	Ergebnis				
32	C _{si(OdB)} <= C _{si-max}	nein				
33	B _q <= 10 m	nein				
34	E _{si(OdB)} <= E _{schwell}	nein				
35	Gefahrenschwelle überschritten?	ja				
36						
37	Maßnahmenschwelle (MS-G)					
38	Mächtigkeit der Einmischzone	d _{mix}				
39	Standortfaktor	SF				
40	Einmischfaktor	EF				
41	maximal zulässige Stoffkonz. im Sickerwasser	C _{si-max}				
44	resultierende Konzentration im GW	C _{gw}				
45	geringe Fracht	E _{ger}				
46						
47	Bewertung	Ergebnis				
48	C _{si(OdB)} <= C _{si-max}	ja				
49	B _q <= 100 m	ja				
50	E _{si(OdB)} <= E _{ger}	ja				
51	Maßnahmenschwelle überschritten?	nein				
52						

Gelbe Felder: Eingabefelder

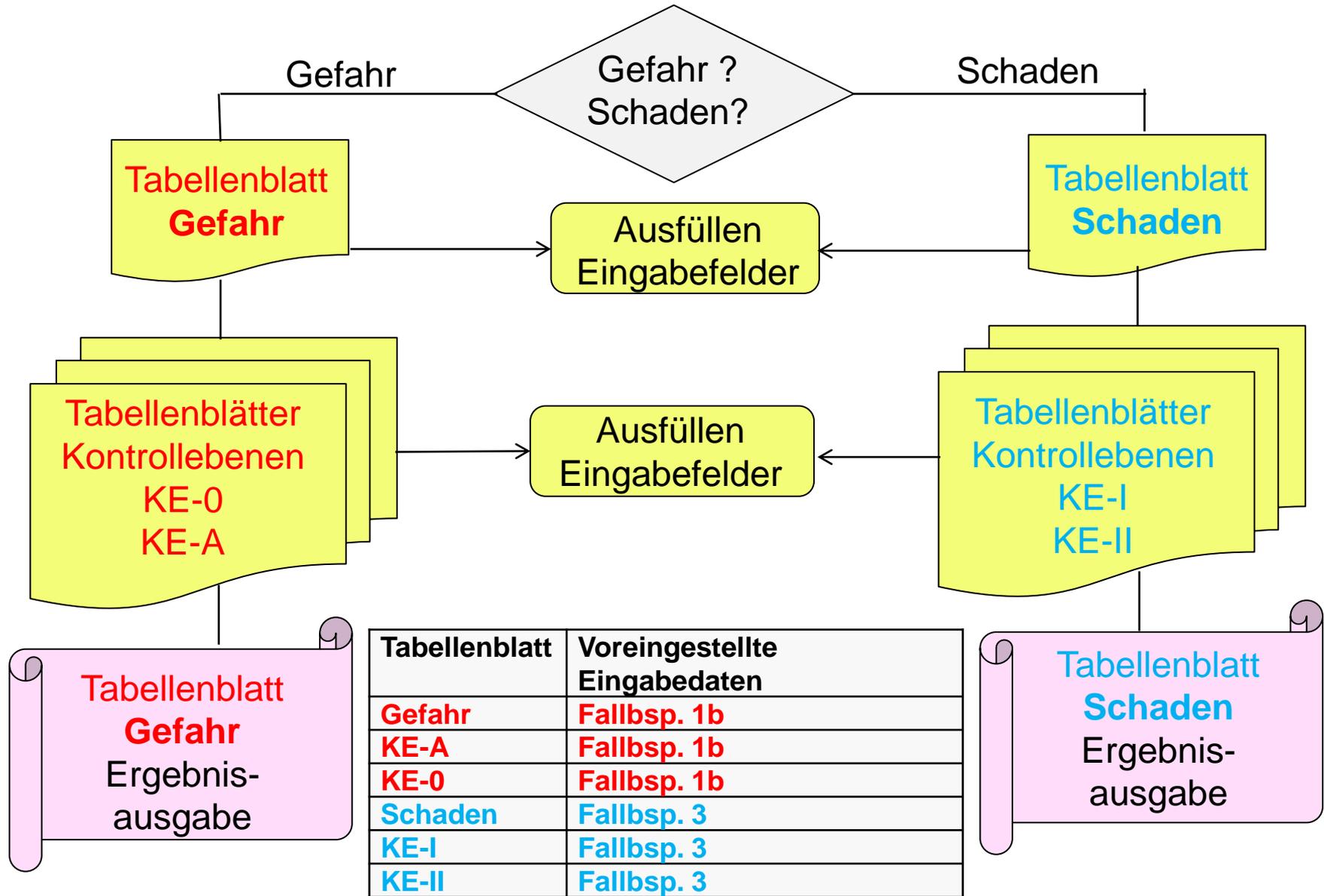
Sonstige Felder (weiß): Ausgabefelder
keine Eingabe möglich, gesperrt

Tabellenblätter

- Gefahr Ergebnis
- KE-0 } Kontroll-
- KE-A } ebenen
- Schaden Ergebnis
- KE-I } Kontroll-
- KE-II } ebenen
- GFS

Tabellenblätter





Hinweise zu Eingaben in den Tabellenblättern von EIKriBaG-x

Ermittlung repräsentativer Prüfparameter in Kontrollebene I (Abstrom Quelle)

Grundwasser

Version 1.1

Eingabe-Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3	4	5
Stromröhre-Nr			B3	BB	B10	B9	
Messstelle/Sondierung							
y-Koordinate oben links	y _{ol}	m	0,00	20,00	60,00	70,00	
z-Koordinate oben links	z _{ol}	m	0,00	0,00	0,00	0,00	
y-Koordinate unten rechts	y _{ur}	m	20,00	60,00	70,00	85,00	
z-Koordinate unten rechts	z _{ur}	m	4,75	4,75	4,75	4,75	
kf-Wert	kf	m/s	3,30E-03	3,30E-03	3,30E-03	3,30E-03	
hydr. Gefälle	i	(-)	0,002	0,002	0,002	0,002	
Konzentration	c	µg/l	24,00	62,00	62,00	7,70	

Berechnete Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3	4	5
Breite	b	m	20,00	40,00	10,00	15,00	
Mächtigkeit	d	m	4,75	4,75	4,75	4,75	
Querschnittsfläche	A	m ²	95,00	190,00	47,50	71,25	0,00
Filtergeschwindigkeit	vf	m/a	208,14	208,14	208,14	208,14	0,00
Volumenstrom	Q	m ³ /a	19773,07	39546,14	9886,54	14829,80	0,00
Massenfluss	J	g/(m ² *a)	5,00	12,90	12,90	1,60	0,00
Massenstrom	E	g/a	474,55	2451,86	612,97	114,19	0,00



Kontrollebene KE-I	Symbol	Einheit	Wert
Querschnittsfläche	A	m ²	403,75
max. Breite	B _{max}	m	85,00
mittl. Mächtigkeit	d _m	m	4,75
Volumenstrom	Q	m ³ /a	84035,56
Massenstrom	E	g/a	3653,57
mittl. Filtergeschw.	vf _m	m/a	208,14
mittl. Massenfluss	J _m	g/(m ² *a)	9,05
mittl. Konzentration	c _m	µg/l	43,48

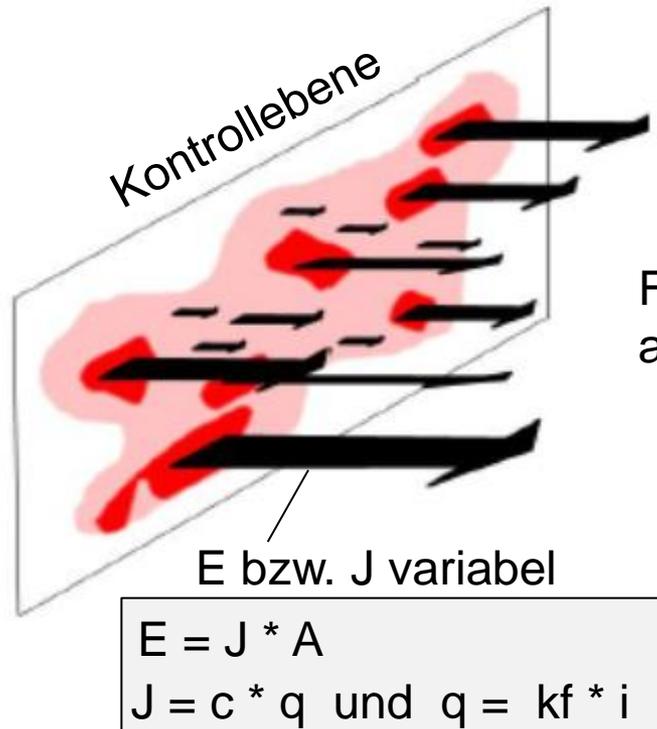
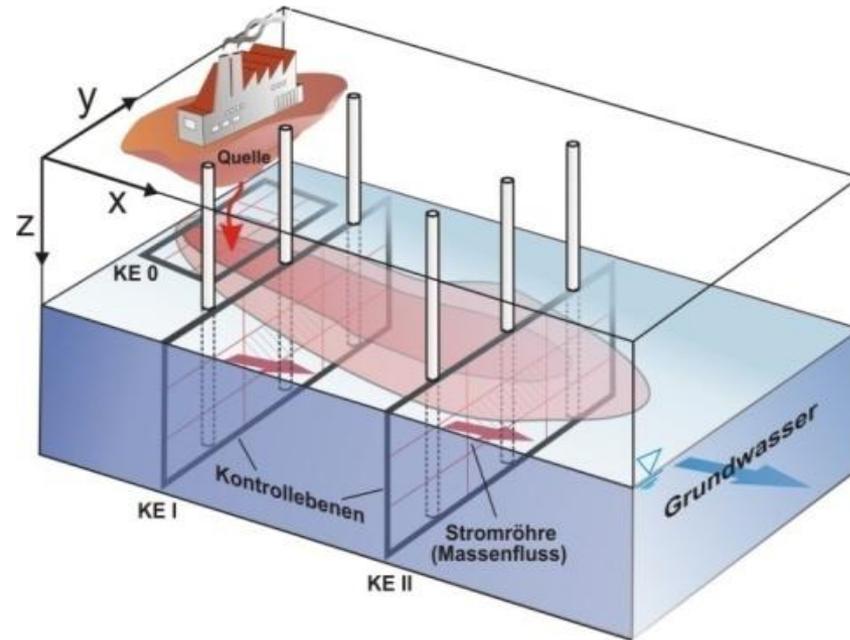
Voreingestellte Werte ändern

- Markieren des Bereiches mit der Maus
- Rechtsklick Maus/Inhalte löschen
- Ggfs. neue Werte reinkopieren aus anderen Tabellenblättern über Copy/Paste Inhalte einfügen/Werte



Ermittlung repräsentativer Konzentrationen und Frachten mit Hilfe von Stromröhren

Entscheidende Voraussetzung für die sachgerechte Anwendung der Arbeitshilfe ist die Ermittlung repräsentativer mittlerer Konzentrationen und Frachten in den relevanten Kontrollebenen



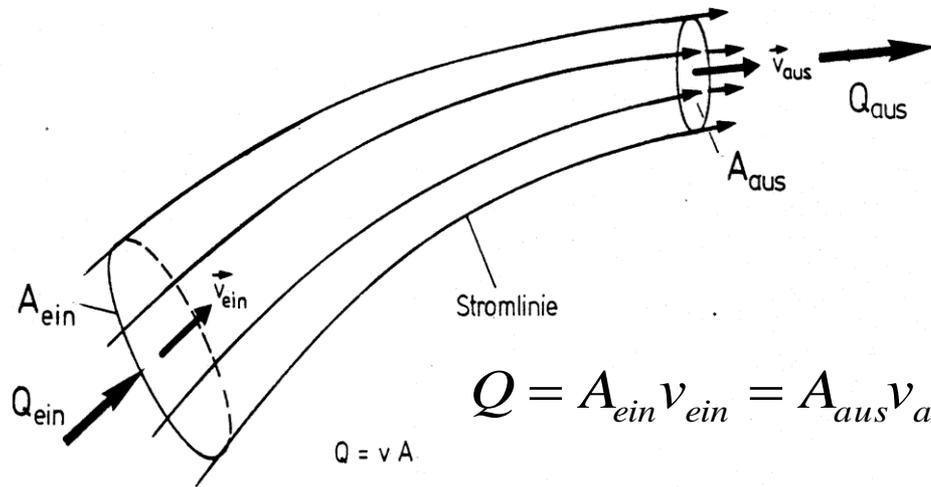
Fracht E variabel über Querschnitt der Kontrollebene aufgrund der Heterogenität von:

- Durchlässigkeiten
- hydr. Gefälle
- Konzentrationen

- E = Massenstrom (Fracht) [g/a]
- J = Massenfluss [g/m²*a]
- c = Konzentration [mg/l]
- q = Filtergeschwindigkeit [m/a]
- k_f = Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]
- i = Gefälle [m/m]
- A = Querschnitt Stromröhre
- = Koordinatenursprung

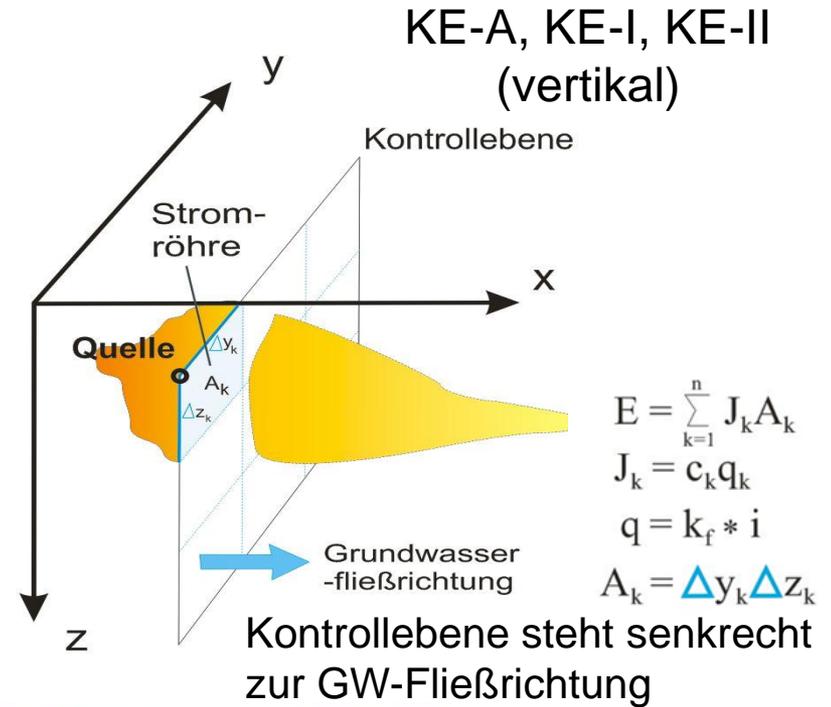
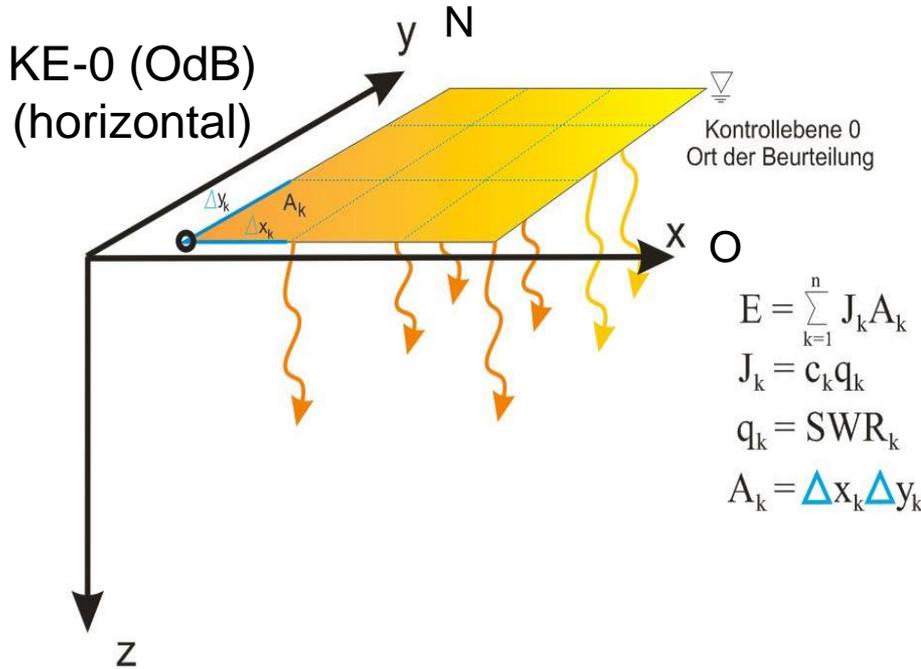
Aufteilung der Kontrollebenen in **Stromröhren**



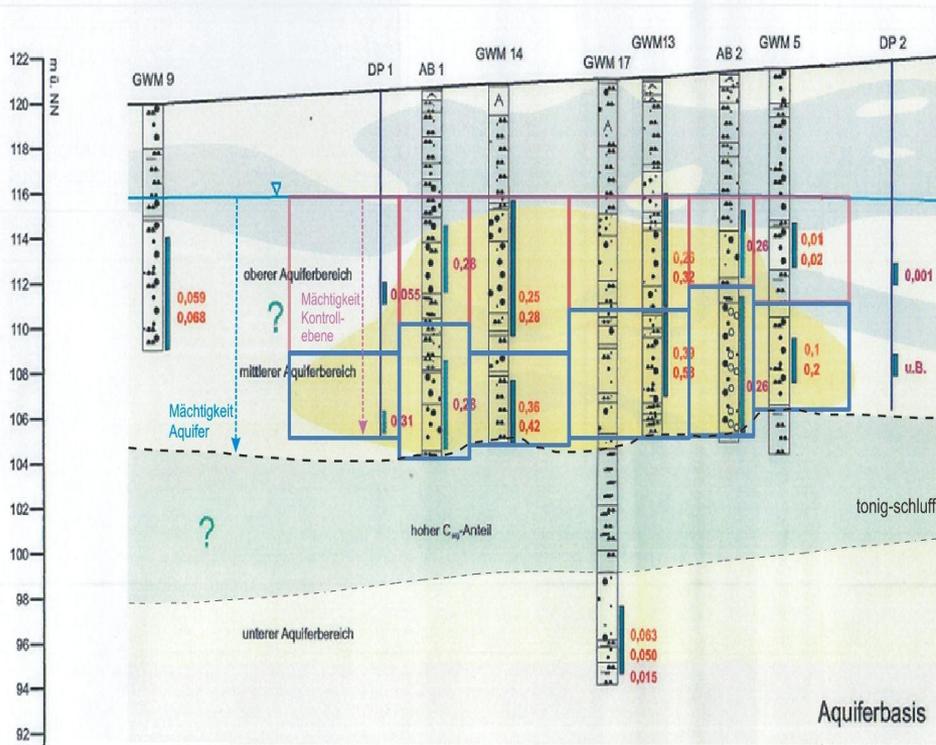


Definition Stromröhre
 eine Stromröhre besteht aus der Gesamtheit aller durch eine Umrandung hindurchtretenden Stromlinien.

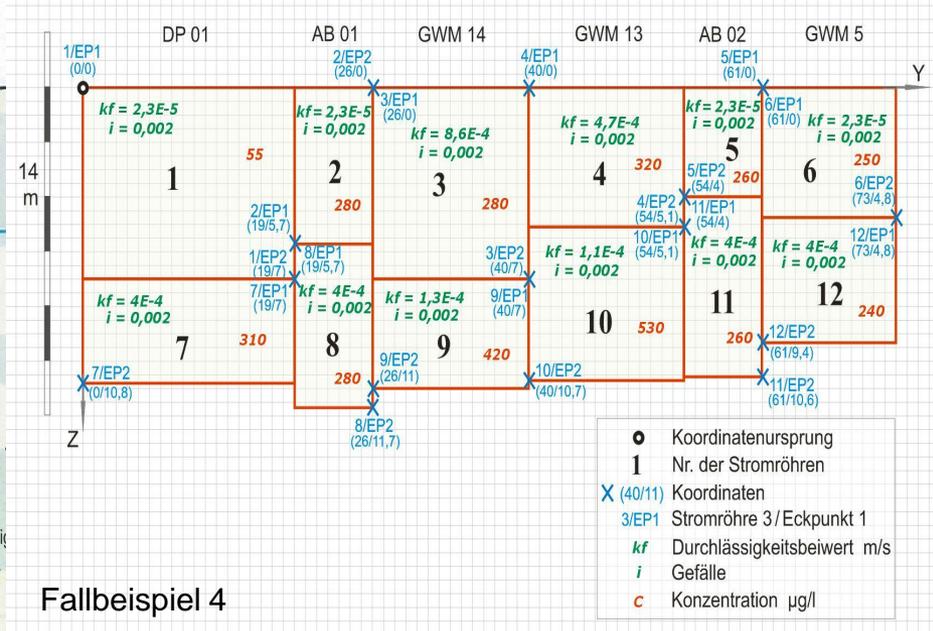
$Q = A_{ein} v_{ein} = A_{aus} v_{aus}$ (Kontinuitätsgleichung)



Profilschnitt entlang der Kontrollebene



Prinzipiskizze der Kontrollebene mit Stromröhren

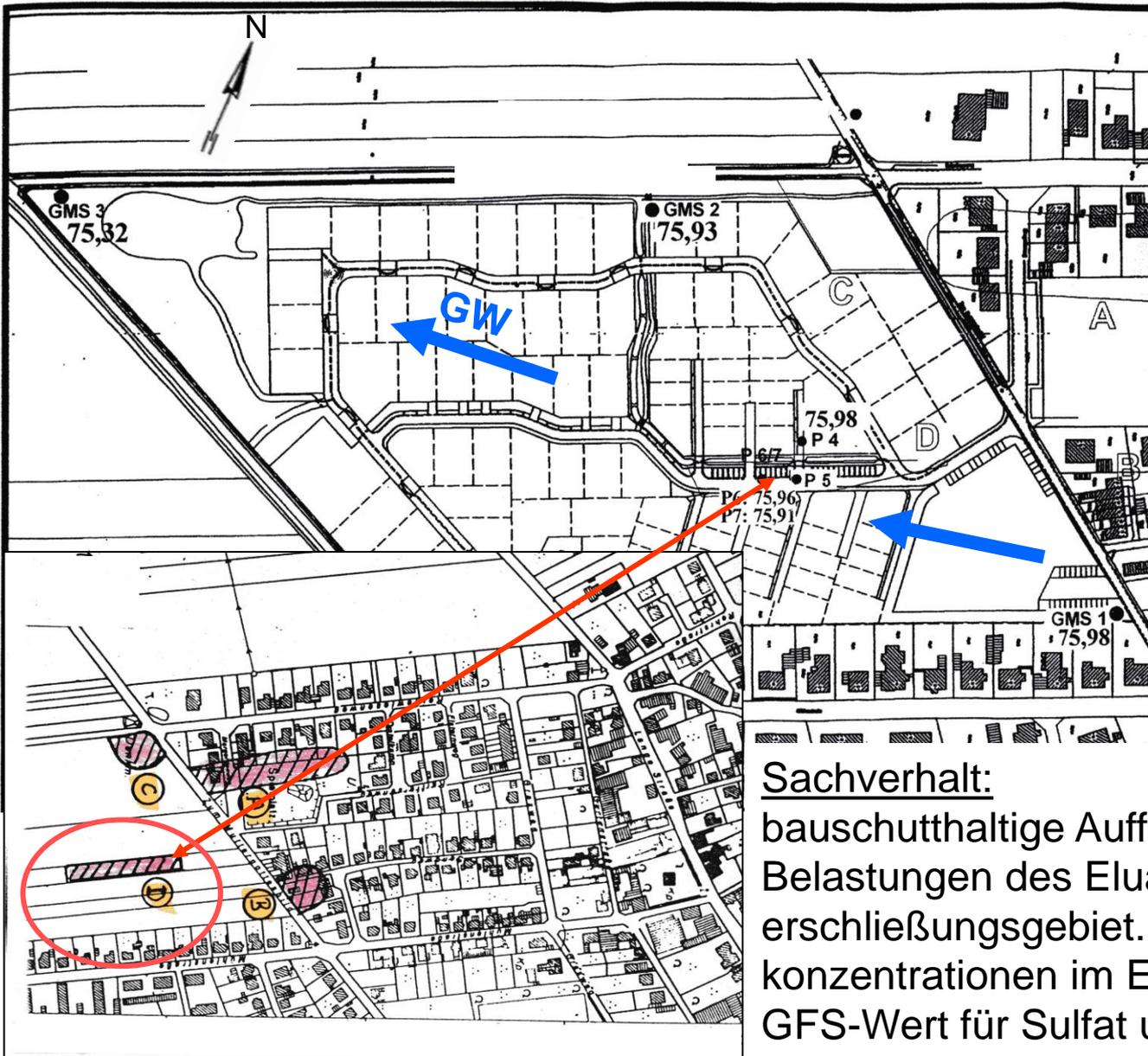


Fallbeispiel 4

Aufteilung des Aquiferquerschnittes entsprechend den hydrogeologischen Eigenschaften und den vorhandenen Messstellen (Filterstrecken) in **rechteckförmige** Stromröhren

Lage und Abmessungen der Stromröhren (Rechtecke) werden definiert durch Koordinatenangaben von **2 gegenüberliegenden Eckpunkten** relativ zum gewählten Koordinatenursprung (Nullpunkt der z-Koordinate an der Grundwasseroberfläche). Den einzelnen Stromröhren werden die relevanten Parameter **kf-Wert**, **hydr. Gefälle i** und **Konzentration c** zugeordnet.





Legende:

- GMS 1 Grundwassermeßstelle
- P 5

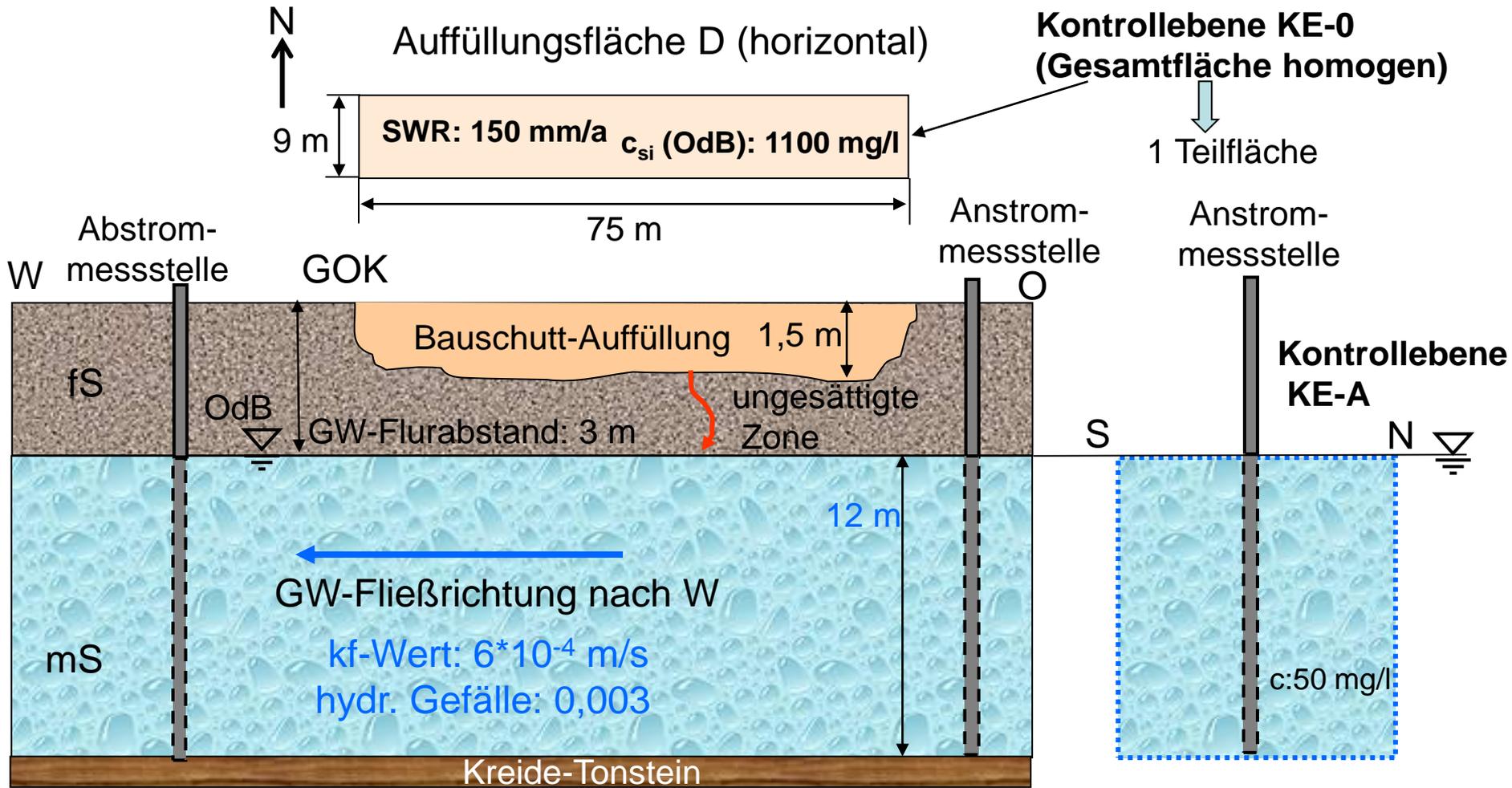
Lageplan

Sachverhalt:

bauschutthaltige Auffüllungen mit Sulfat-Belastungen des Eluates in einem Bauerschließungsgebiet. Die Sulfatkonzentrationen im Eluat überschreiten den GFS-Wert für Sulfat um den Faktor 4 - 6



Prinzipskizze zur Situation Fallbeispiel 1a



Ergebnis der Eluatuntersuchungen Bauschutt

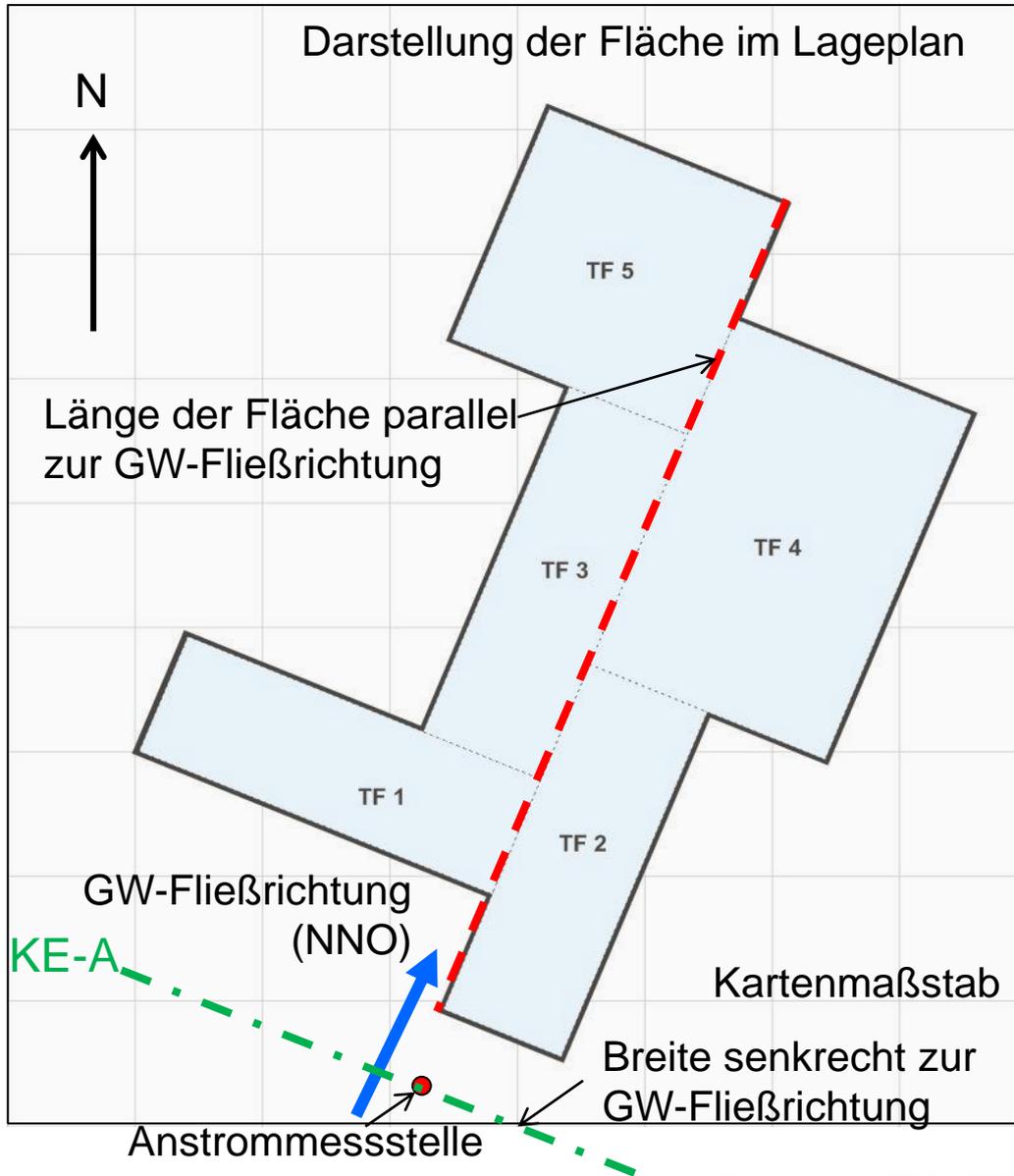
Konzentration Sulfat (S4-Eluat): 1100 mg/l (GFS: 240 mg/l)

Sickerwasserprognose Sulfat

c_{si} (OdB): 1100 mg/l

(keine Rückhaltung/Abbau)





Problem:

beliebige Orientierung der Fläche relativ zum geographischen Koordinatensystem (N-O) und zur GW-Fließrichtung.

Zur Berechnung des Einmischfaktors ist die maximale Länge der Fläche parallel zur GW-Fließrichtung erforderlich

Lösung:

schrittweises Vorgehen (2 Schritte)

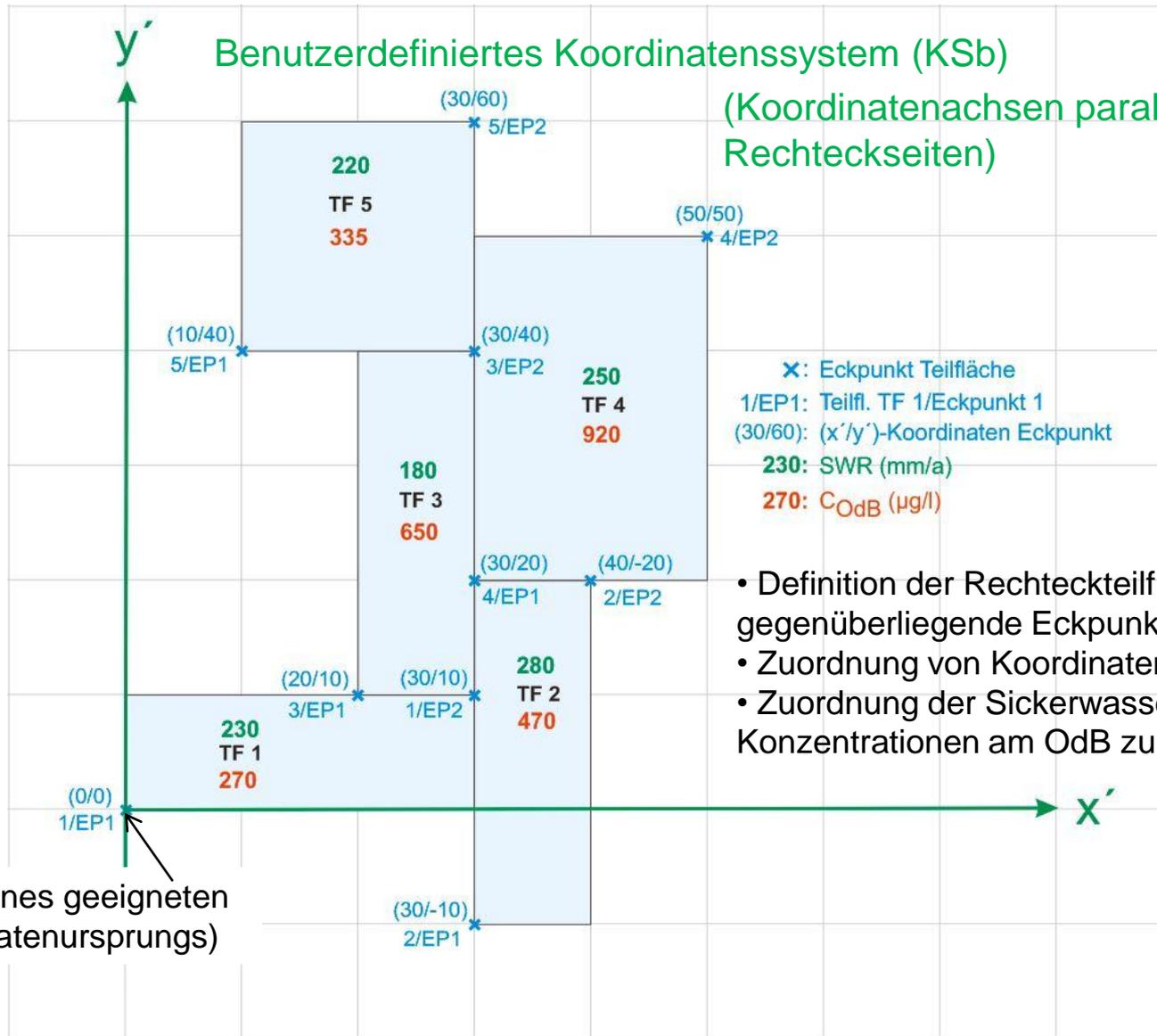
• Schritt 1:

Ermittlung der flächenrepräsentativen Parameter für die Teilflächen (benutzerdefiniertes, rechteckangepasstes Koordinatensystem)

• Schritt 2:

Ermittlung der Länge in GW-Fließrichtung (geographisches Koordinatensystem)

Schritt 1: Ermittlung der flächenrepräsentativen Parameter

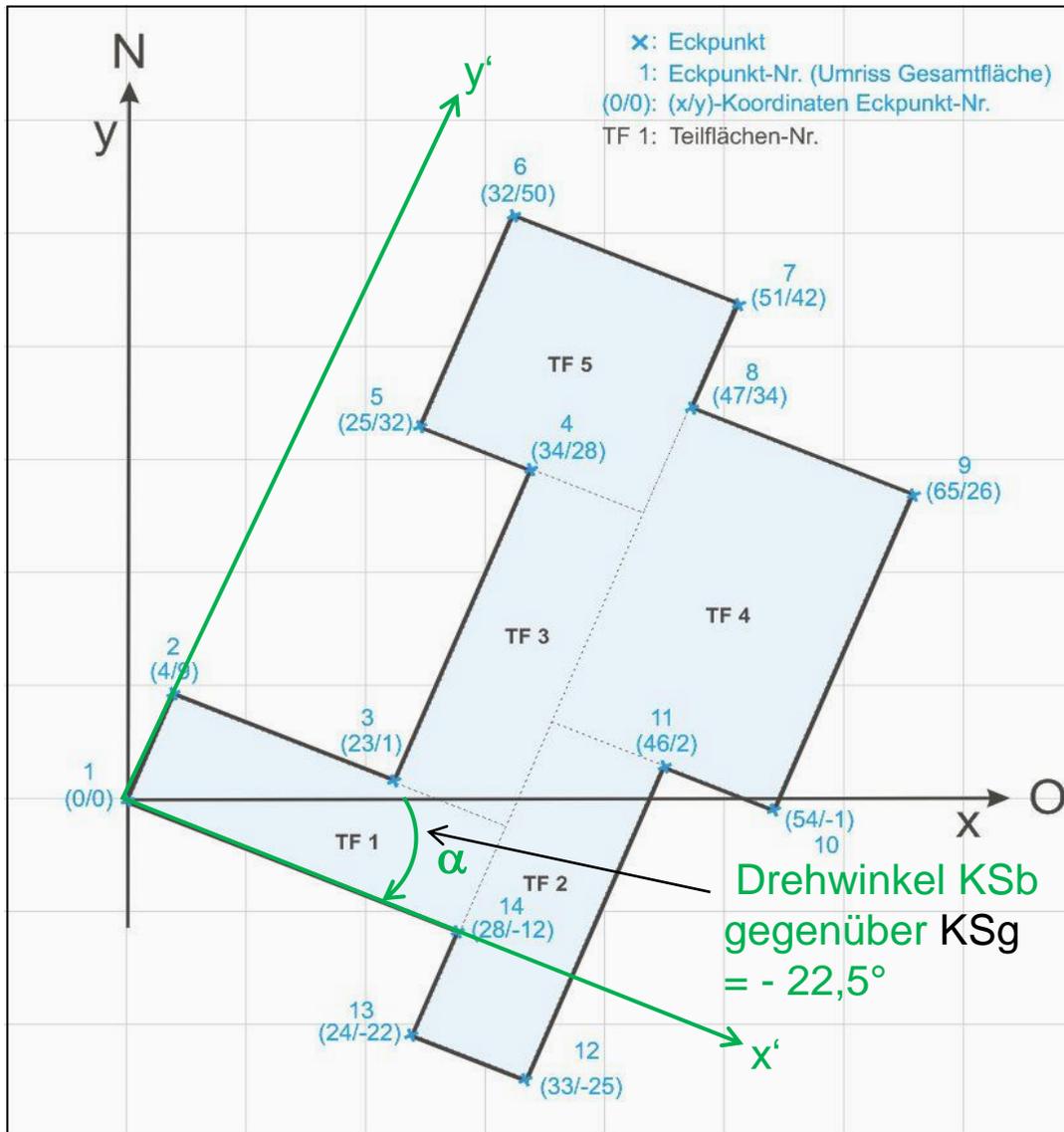


(Wahl eines geeigneten Koordinatenursprungs)

- Definition der Rechteckteilflächen durch jeweils 2 gegenüberliegende Eckpunkte
- Zuordnung von Koordinaten zu den TF-Eckpunkten
- Zuordnung der Sickerwasserraten und Konzentrationen am OdB zu den TF



Schritt 2: Ermittlung der Länge in GW-Fließrichtung



Geographisches Koordinatensystem (KSg)

- Ermittlung der Koordinaten aller Eckpunkte (nur äußerer Umriss der Gesamtfläche) im Lageplan (geographisches Koordinatensystem),
- Ermittlung des Drehwinkels KSb gegenüber KSg

Drehwinkel wird von O über N entgegen dem Uhrzeigersinn positiv gezählt



Eingabeparameter für KE-0 – Übernahme der Werte aus Schritt 1 und 2

1. Ermittlung der flächenrepräsentativen Parameter

benutzerdefiniertes Koordinatensystem (KSb)

Eingabe-Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Stromröhre-Nr																
Messtelle/Sondierung			TF1	TF2	TF3	TF4	TF5									
x-Koordinate EP1	x1	m	0,00	30,00	20,00	30,00	10,00									
y-Koordinate EP1	y1	m	0,00	-10,00	10,00	20,00	40,00									
x-Koordinate EP2	x2	m	30,00	40,00	30,00	50,00	30,00									
y-Koordinate EP2	y2	m	10,00	20,00	40,00	50,00	60,00									
Sickerwasserrate	SWR	mm/a	230,00	280,00	180,00	250,00	220,00									
Konzentration (OdB)	C _{Si(OdB)}	µg/l	270,00	470,00	650,00	920,00	335,00									

Berechnete Parameter	Symbol	Einheit														
x-Abmessung	xs	m	30,00	10,00	10,00	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
y-Abmessung	ys	m	10,00	30,00	30,00	30,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fläche	A	m ²	300,00	300,00	300,00	600,00	400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Volumenstrom	Q	m ³ /a	69,00	84,00	54,00	150,00	88,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Massenfluss	J	g/(m ² ·a)	0,06	0,13	0,12	0,23	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Massenstrom	E	g/a	18,63	39,48	35,10	138,00	29,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Kontrollebene KE-0	Symbol	Einheit	Wert
Gesamtfläche	A	m ²	1900,00
Volumenstrom	Q	m ³ /a	445,00
Massenstrom	E	g/a	260,69
mittl. Sickerwasserrate	SWR _m	m/a	0,23
mittl. Massenfluss	J _m	g/(m ² ·a)	0,14
mittl. Konzentration	c _m	µg/l	585,82

2. Ermittlung der Länge in GW-Fließrichtung

geograph. Koordinatensystem (KSg)

positive x-Achse Richtung O/positive y-Achse Richtung N

Drehwinkel KSb gegenüber KSg

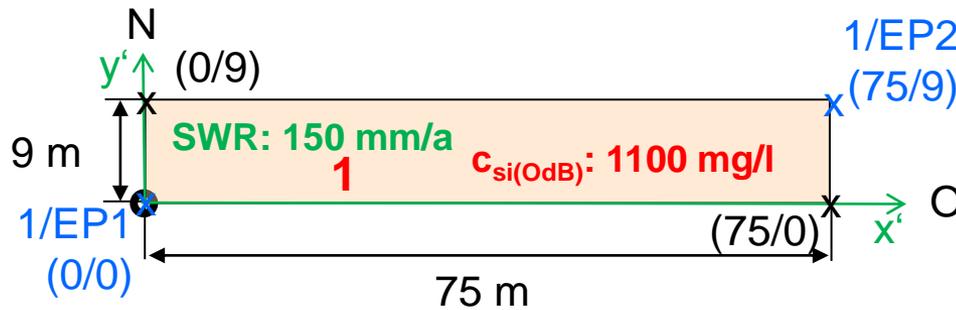
(Drehwinkel von O über N positiv entgegen Uhrzeigersinn)

Eingabe-Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Flächen-Eckpunkt-Nr																
x-Koordinate	xk	m	0,00	4,00	23,00	34,00	25,00	32,00	51,00	47,00	65,00	54,00	46,00	33,00	24,00	28,00
y-Koordinate	yk	m	0,00	9,00	1,00	28,00	32,00	50,00	42,00	34,00	26,00	-1,00	2,00	-25,00	-22,00	-12,00

Kontrollebene KE-0	Symbol	Einheit	Wert
GW-Fließrichtung	GWF		NNO
Drehwinkel KSb	DW	Grad	-22,5
Länge parallel GW-FR	L	m	70,0
Breite senkrecht GW-FR	B	m	27,1



1. Ermittlung der flächenrepräsentativen Parameter Benutzerdefiniertes Koordinatensystem (KSb)



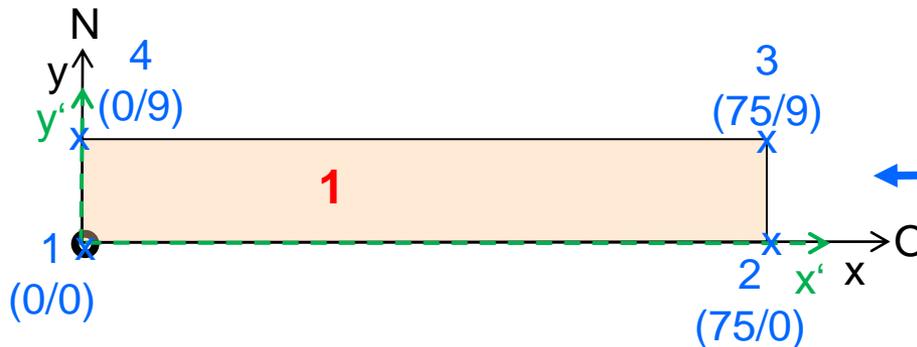
Eine Rechteck-Teilfläche ist durch die Koordinaten von jeweils **zwei diagonal gegenüberliegenden Eckpunkten** definiert.

Gesamtfläche entspricht **Teilfläche 1**

x: Eckpunkt
1/EP1: Teilfläche 1/Eckpunkt 1
(0/0): (x'/y')-Koordinaten

● Koordinatenursprung

2. Ermittlung der Länge in GW-Fließrichtung Geographisches Koordinatensystem (KSg)



← GW-Fließrichtung nach W

Drehwinkel **KSb**
gegenüber KSg: 0°
(Orientierung der Rechteckfläche
stimmt mit N-0-Richtung überein)

x: Eckpunkt
3: Eckpunkt-Nr.
(75/9): x/y-Koordinate Eckpunkt

(alle Ecken des äußeren
Flächenumrisses)



Fallbeispiel 1a: Eingabeparameter für Kontrollebene KE-0

Ermittlung repräsentativer Prüfparameter in Kontrollebene 0 (OdB)

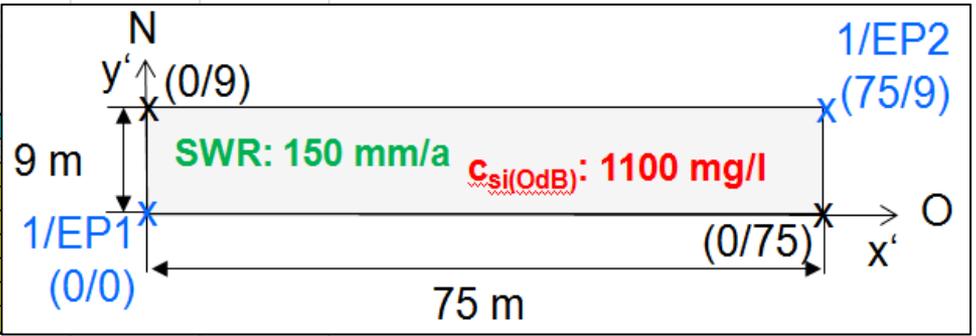
Sickerwasser

Version 1.2

1. Ermittlung der flächenrepräsentativen Parameter

benutzerdefiniertes Koordinatensystem (KSb)

Eingabe-Parameter	Symbol	Einheit	Wert
Stromröhre-Nr			1
Messstelle/Sondierung			Auffüllung
x-Koordinate EP1	x1	m	0,00
y-Koordinate EP1	y1	m	0,00
x-Koordinate EP2	x2	m	75,00
y-Koordinate EP2	y2	m	9,00
Sickerwasserrate	SWR	mm/a	150,00
Konzentration (OdB)	$c_{si(OdB)}$	$\mu\text{g/l}$	1100000,00



Berechnete Parameter	Symbol	Einheit	Wert
x-Abmessung	x_s	m	75,00
y-Abmessung	y_s	m	9,00
Fläche	A	m^2	675,00
Volumenstrom	Q	m^3/a	101,25
Massenfluss	J	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	165,00
Massenstrom	E	g/a	111375,00

Kontrollebene KE-0	Symbol	Einheit	Wert
Gesamtfläche	A	m^2	675,00
Volumenstrom	Q	m^3/a	101,25
Massenstrom	E	g/a	111375,00
mittl. Sickerwasserrate	SWR_m	m/a	0,15
mittl. Massenfluss	J_m	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	165,00
mittl. Konzentration	c_m	$\mu\text{g/l}$	1100000,00



2. Ermittlung der Länge in GW-Fließrichtung

geograph. Koordinatensystem (KSg)

positive x-Achse Richtung O/positive y-Achse Richtung N
Drehwinkel von O über N positiv entgegen Uhrzeigersinn

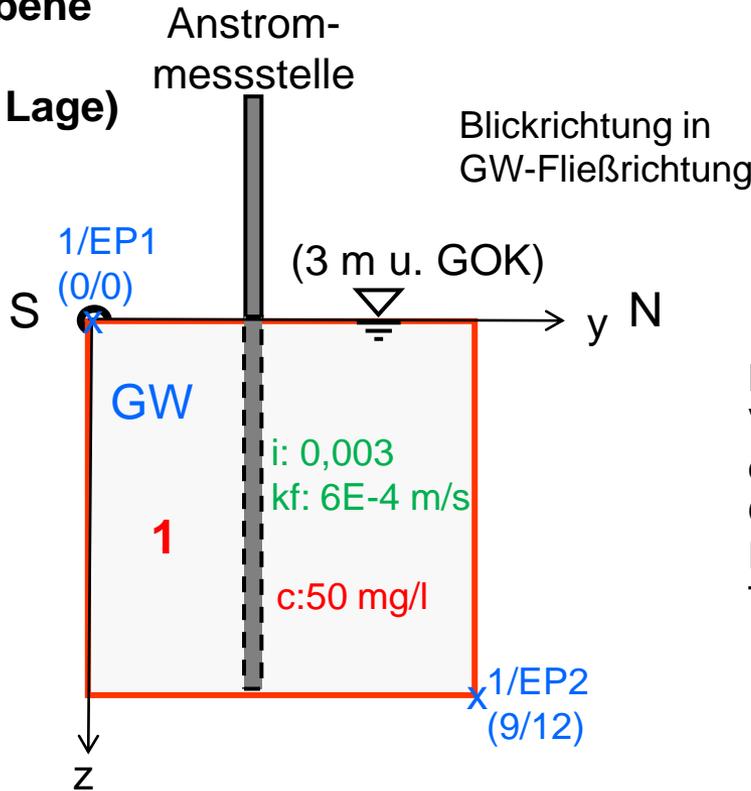
Eingabe-Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3	4
Flächen-Eckpunkt-Nr						
x-Koordinate	xk	m	0,00	75,00	75,00	0,00
y-Koordinate	yk	m	0,00	0,00	9,00	9,00

Kontrollebene KE-0	Symbol	Einheit	Wert
GW-Fließrichtung	W		W
Drehwinkel KSb	DW	Grad	0
Länge parallel GW-FR	L	m	75,0
Breite senkrecht GW-FR	B	m	9,0

GW-Fließrichtung W
Drehwinkel KSb gegenüber KSg (0°)



**Kontrollebene
KE-A
(vertikale Lage)**



Da nur eine Anstrommessstelle zur Verfügung steht, wird angenommen, dass diese für die gesamte Breite der Quellfläche (9 m) senkrecht zur GW-Fließrichtung (ergibt sich aus dem Tabellenblatt KE-0) repräsentativ ist.

Stromröhre

1: Nr. Stromröhre

● Koordinatenursprung

x : Koordinateneckpunkte der Stromröhren

1/EP1: Stromröhre 1/Eckpunkt 1

(0/0): (y/z)-Koordinaten Eckpunkte



Ermittlung repräsentativer Frachten in Kontrollebene A (Anstrom)

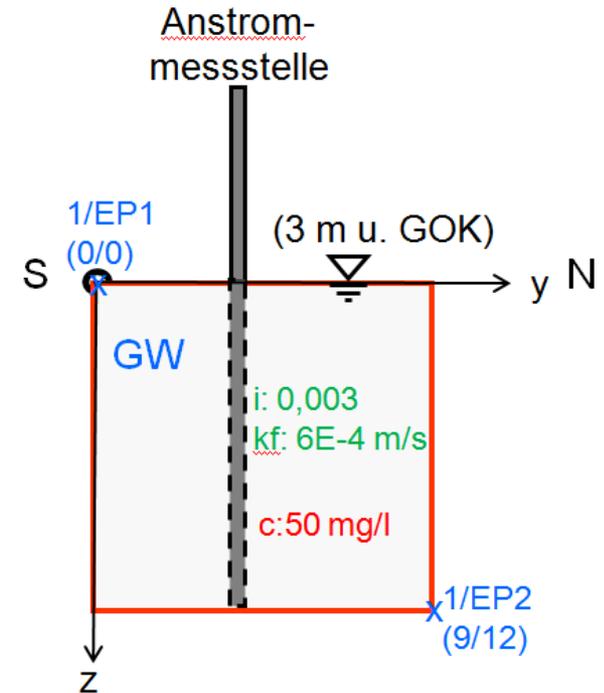
Grundwasser

Version 1.2

Eingabe-Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3
Stromröhre-Nr			1	2	3
Messstelle/Sondierung			Anstrom		
y-Koordinate EP1	y1	m	0,00		
z-Koordinate EP1	z1	m	0,00		
y-Koordinate EP2	y2	m	9,00		
z-Koordinate EP2	z2	m	12,00		
kf-Wert	kf	m/s	6,00E-04		
hydr. Gefälle	i	(-)	0,003		
Konzentration	c	µg/l	50000,00		

Berechnete Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3
Breite	b	m	9,00	0,00	0,00
Mächtigkeit	d	m	12,00	0,00	0,00
Querschnittsfläche	A	m ²	108,00	0,00	0,00
Filtergeschwindigkeit	vf	m/a	56,76	0,00	0,00
Volumenstrom	Q	m ³ /a	6130,60	0,00	0,00
Massenfluss	J	g/(m ² *a)	2838,24	0,00	0,00
Massenstrom	E	g/a	306529,92	0,00	0,00

Kontrollebene KE-A	Symbol	Einheit	Wert
Querschnittsfläche	A	m ²	108,00
Breite	B	m	9,00
mittl. Mächtigkeit	d _m	m	12,00
Volumenstrom	Q	m ³ /a	6130,60
Massenstrom	E	g/a	306529,92
mittl. Filtergeschw.	vf _m	m/a	56,76
mittl. Massenfluss	J _m	g/(m ² *a)	2838,24
mittl. Konzentration	c _m	µg/l	50000,00



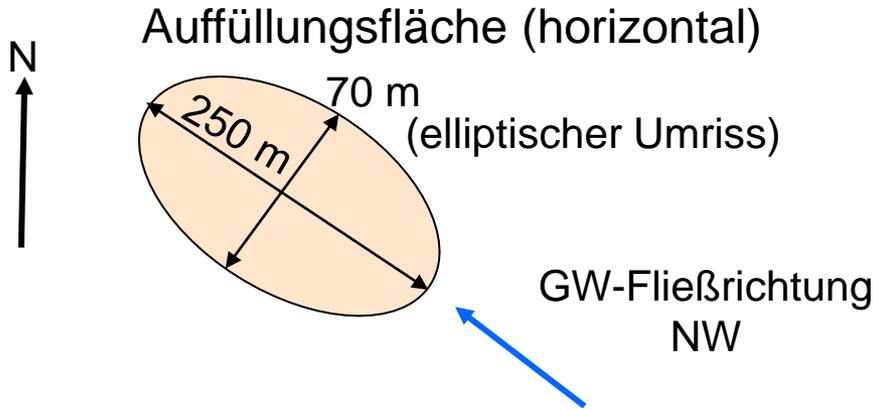
Ergebnis der Bewertung für Fallbeispiel 1a

Ermessensleitende Kriterien		Bearbeiter: Engeser				
FG-I: Gefahr		Projekt: Fallbsp. 1a				
gelbe Felder: Eingabefelder		Datum Bearbeit.	11.02.13			
		Version	1.2			
Eingabeparameter		Symbol	Einheit	Wert		
Schadstoff				Sulfat		
GFS	GFS	µg/l	240000,00			
Kontrollebenen				KE-A	KE-0	KE-I
Anzahl Stromröhren	k		1	1		
Fläche	A _{KE}	m ²	108,00	675,00		
Länge parallel GW-Fließrichtung	L _{KE}	m		75,0		
Breite senkrecht GW-Fließrichtung	B _{KE}	m	9,00	9,0		
mittl. Sickerwasserrate	SWR _m	m/a		0,150		
mittl. Stoffkonzentration im Sickerwasser am OdB	C _{si(OdB)}	µg/l		1100000,0		
Sickerwasserfracht am OdB	E _{si(OdB)}	g/a		111375,0		
mittl. Mächtigkeit	d _m	m	12,00			
mittl. Filtergeschwindigkeit	vf _m	m/a	56,76			
mittl. Schadstoffkonzentration	c _m	µg/l	50000,00			
Gefahrschwelle (GS)				KE-0	KE-I	
Mächtigkeit der Einmischzone	d _{mix}	m			1,0	
Standortfaktor	SF	(-)		5,05		
Einmischfaktor	EF	(-)		4,99		
maximal zulässige Stoffkonz. im Sickerwasser	C _{si-max}	µg/l		1198694,4		
resultierende Konzentration im GW	C _{gw}	µg/l			223675,4	
Schwellenfracht	E _{schwell}	g/a		136235,5		
Bewertung		Ergebnis				
C _{si(OdB)} ≤ C _{si-max}		ja				
B _q ≤ 10 m		ja				
E _{si(OdB)} ≤ E _{schwell}		ja				
Gefahrschwelle überschritten?		nein				
Maßnahmenschwelle (MS-G)				KE-0	KE-I	
Mächtigkeit der Einmischzone	d _{mix}	m			12,0	
Standortfaktor	SF	(-)		60,55		
Einmischfaktor	EF	(-)		48,93		
maximal zulässige Stoffkonz. im Sickerwasser	C _{si-max}	µg/l		11744332,8		
resultierende Konzentration im GW	C _{gw}	µg/l			67059,5	
geringe Fracht	E _{ger}	g/a		47682432,0		
Bewertung		Ergebnis				
C _{si(OdB)} ≤ C _{si-max}		ja				
B _q ≤ 100 m		ja				
E _{si(OdB)} ≤ E _{ger}		ja				
Maßnahmenschwelle überschritten?		nein				

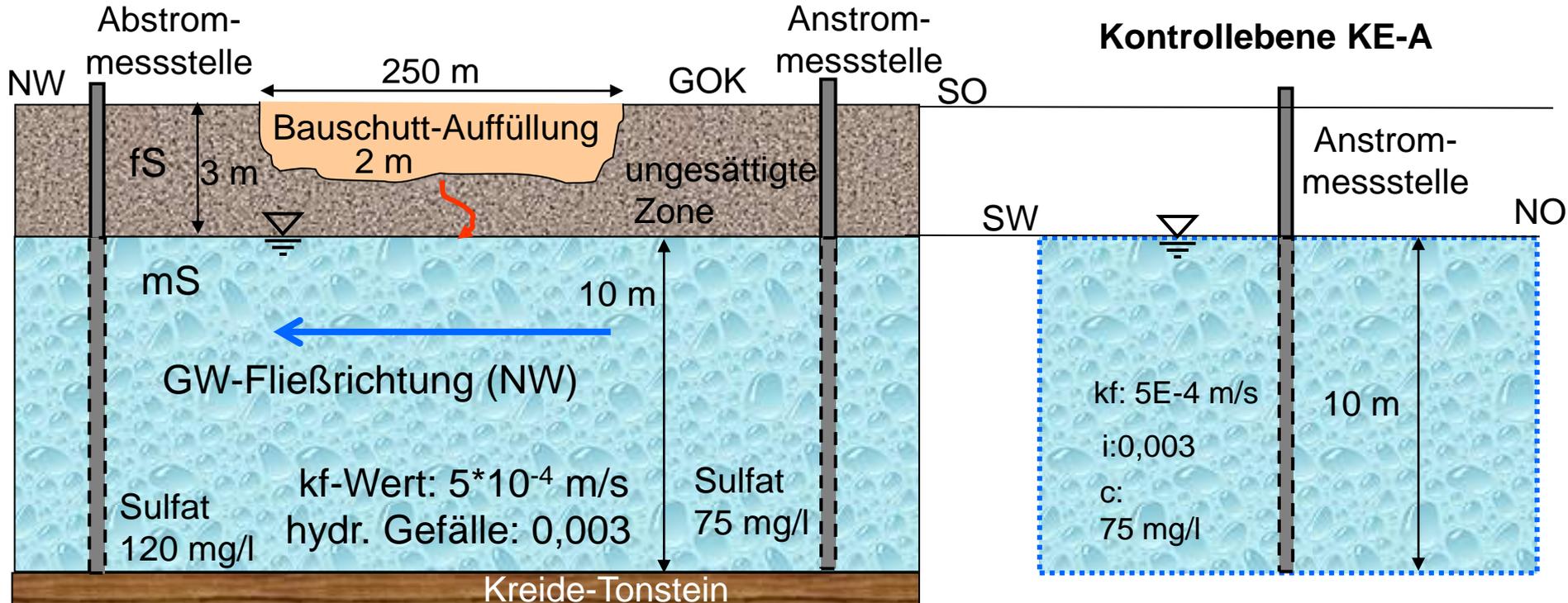
Trotz deutlicher Belastung des Eluates mit Sulfat (1100 mg/l) und Überschreitung der GFS (Sulfat: 240 mg/l) am OdB ergibt sich keine Überschreitung der Gefahrschwelle. Da keine Gefahr für das Grundwasser vorliegt, kann der Fall aus der weiteren Bearbeitung ausgeschlossen werden.



Prinzipskizze zur Situation Fallbeispiel 1b

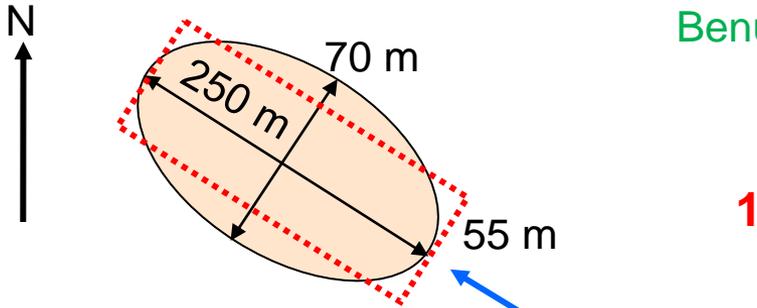


SWR: 200 mm/a
 Sulfat (S4-Eluat): 1500 mg/l
 Sickerwasserprognose Sulfat
 c_{si} (OdB): 1500 mg/l
 (keine Rückhaltung/Abbau)



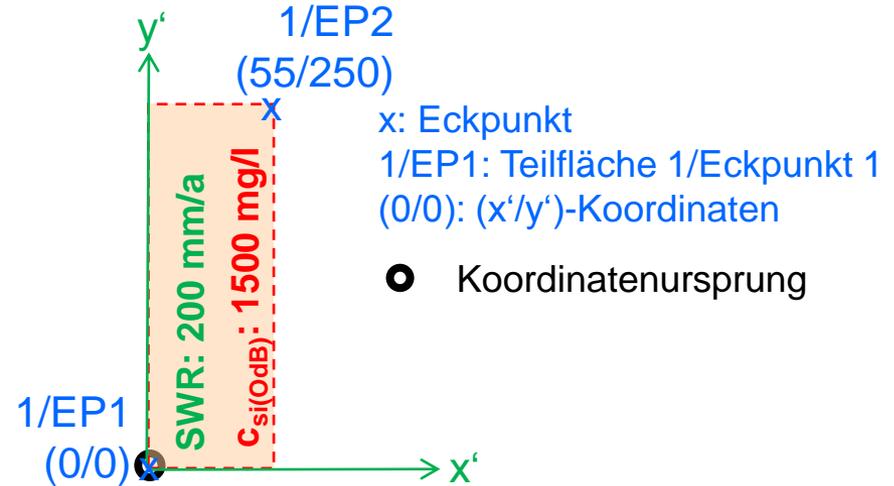
Fallbeispiel 1b: Skizze zur Definition der Kontrollebene KE-0

1. Ermittlung der flächenrepräsentativen Parameter Benutzerdefiniertes Koordinatensystem (KSb)



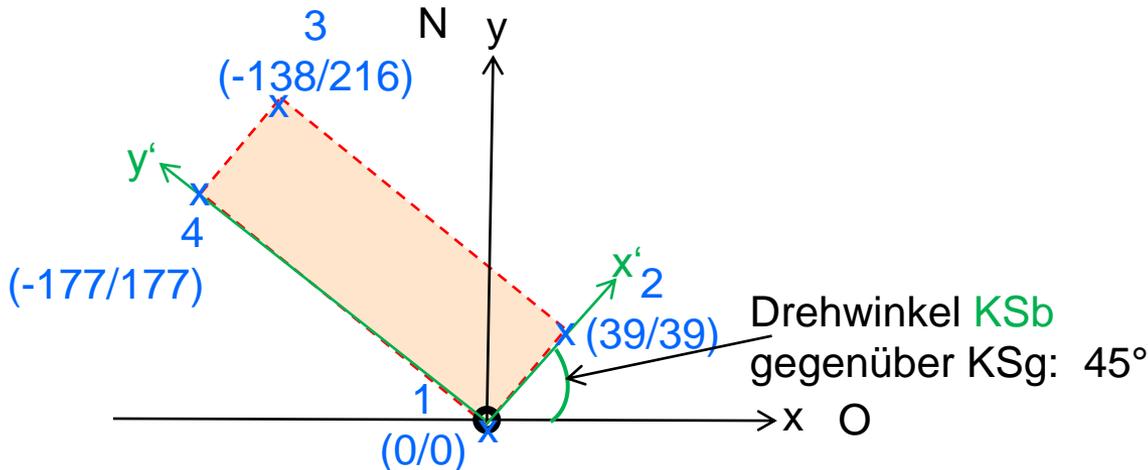
Approximation Ellipse durch Rechteck
Länge Rechteck: 250 m
B: $F_{\text{ellipse}}/250 \text{ m} = 55 \text{ m}$

GW-Fließrichtung NW



x: Eckpunkt
1/EP1: Teilfläche 1/Eckpunkt 1
(0/0): (x'/y')-Koordinaten
● Koordinatenursprung

2. Ermittlung der Länge in GW-Fließrichtung Geographisches Koordinatensystem (KSg)



Drehwinkel KSb gegenüber KSg: 45°

x: Eckpunkt
2: Eckpunkt-Nr.
(39/39): x/y-Koordinate Eckpunkt
(alle Ecken des äußeren Flächenumrisses)

(Drehwinkel wird von O über N entgegen dem Uhrzeigersinn positiv gezählt)



Fallbeispiel 1b: Eingabeparameter für Kontrollebene KE-0

Ermittlung repräsentativer Prüfparameter in Kontrollebene 0 (OdB)

Sickerwasser
Version 1.2

1. Ermittlung der flächenrepräsentativen Parameter

benutzerdefiniertes Koordinatensystem (KSb)

Eingabe-Parameter	Symbol	Einheit	1	2
Stromröhre-Nr			1	2
Messstelle/Sondierung			Auffüllung	
x-Koordinate EP1	x1	m	0,00	
y-Koordinate EP1	y1	m	0,00	
x-Koordinate EP2	x2	m	55,00	
y-Koordinate EP2	y2	m	250,00	
Sickerwasserrate	SWR	mm/a	200,00	
Konzentration (OdB)	$c_{si(OdB)}$	$\mu\text{g/l}$	1500000,00	

Berechnete Parameter	Symbol	Einheit	1	2
x-Abmessung	x_s	m	55,00	0,00
y-Abmessung	y_s	m	250,00	0,00
Fläche	A	m^2	13750,00	0,00
Volumenstrom	Q	m^3/a	2750,00	0,00
Massenfluss	J	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	300,00	0,00
Massenstrom	E	g/a	4125000,00	0,00

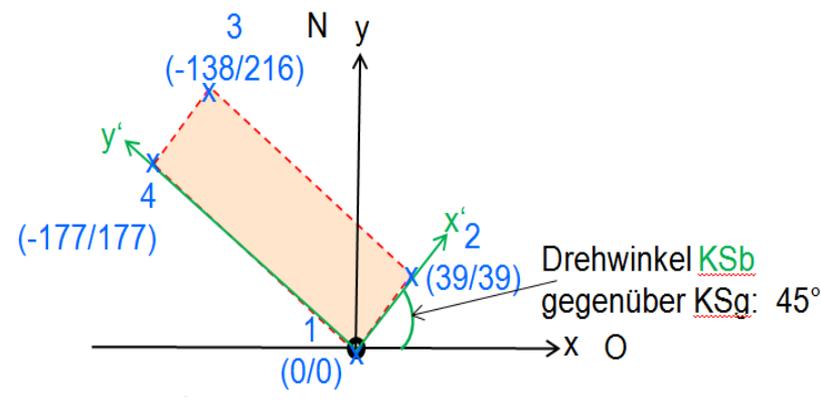
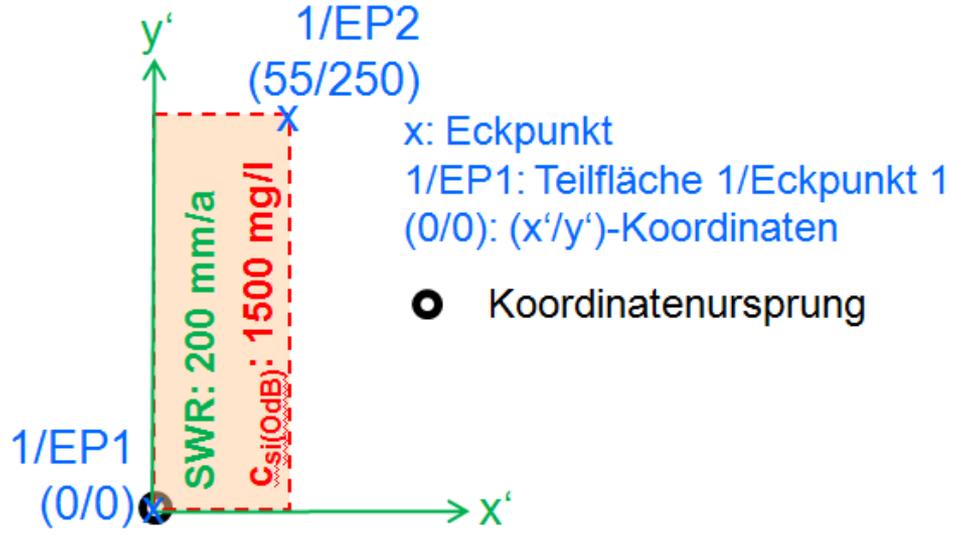
Kontrollebene KE-0	Symbol	Einheit	Wert
Gesamtfläche	A	m^2	13750,00
Volumenstrom	Q	m^3/a	2750,00
Massenstrom	E	g/a	4125000,00
mittl. Sickerwasserrate	SWR_m	m/a	0,20
mittl. Massenfluss	J_m	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	300,00
mittl. Konzentration	c_m	$\mu\text{g/l}$	1500000,00

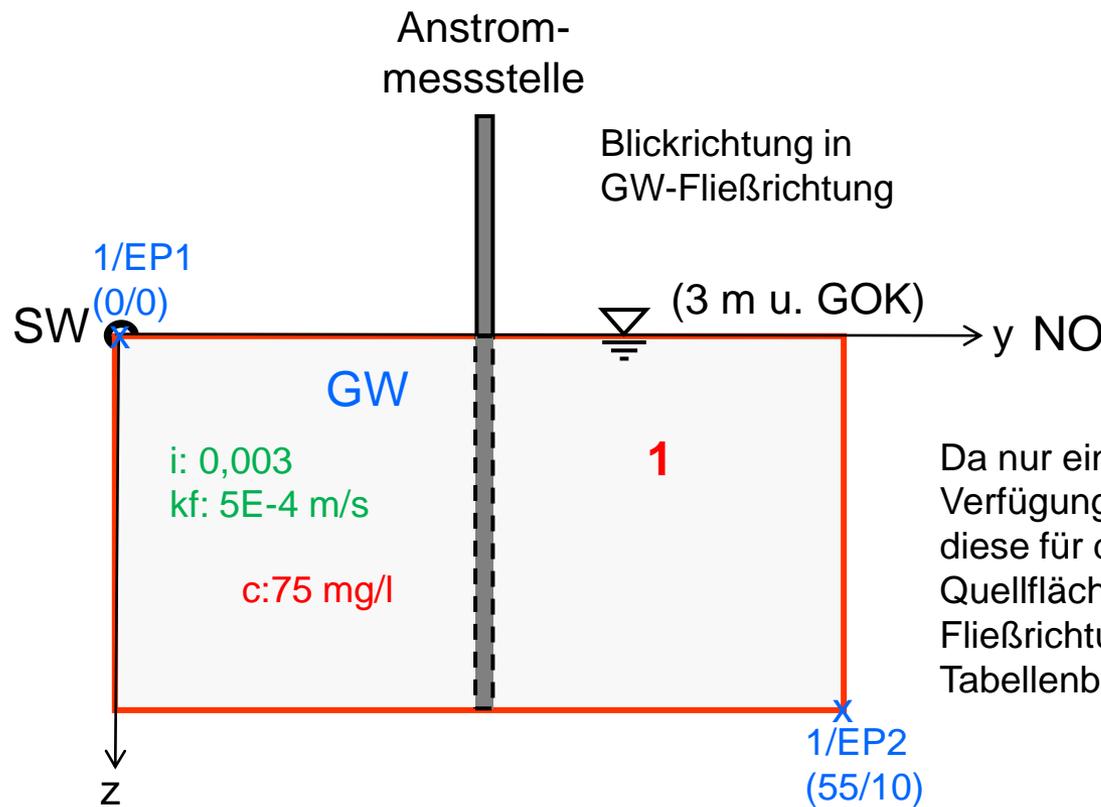
2. Ermittlung der Länge in GW-Fließrichtung

geograph. Koordinatensystem (KSg)
positive x-Achse Richtung O/positive y-Achse Richtung N
Drehwinkel KSb gegenüber KSg
(Drehwinkel von O über N positiv entgegen Uhrzeigersinn)

Eingabe-Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3	4
Flächen-Eckpunkt-Nr			1	2	3	4
x-Koordinate	x_k	m	0,00	39,00	-138,00	-177,00
y-Koordinate	y_k	m	0,00	39,00	216,00	177,00

Kontrollebene KE-0	Symbol	Einheit	Wert
GW-Fließrichtung	GWf		NW
Drehwinkel KSb	DW	Grad	45
Länge parallel GW-FR	L	m	250,0
Breite senkrecht GW-FR	B	m	55,0





Da nur eine Anstrommessstelle zur Verfügung steht, wird angenommen, dass diese für die gesamte Breite der Quellfläche (55 m) senkrecht zur GW-Fließrichtung (ergibt sich aus dem Tabellenblatt KE-0) repräsentativ ist.

 Stromröhre

1: Nr. Stromröhre

 Koordinatenursprung

x : Koordinateneckpunkte der Stromröhren

1/EP1: Stromröhre 1/Eckpunkt 1

(0/0): (y/z)-Koordinaten Eckpunkte

**Kontrollebene
KE-A
(vertikale Lage)**



Fallbeispiel 1b: Eingabeparameter für Kontrollebene KE-A

Ermittlung repräsentativer Frachten in Kontrollebene A (Anstrom)

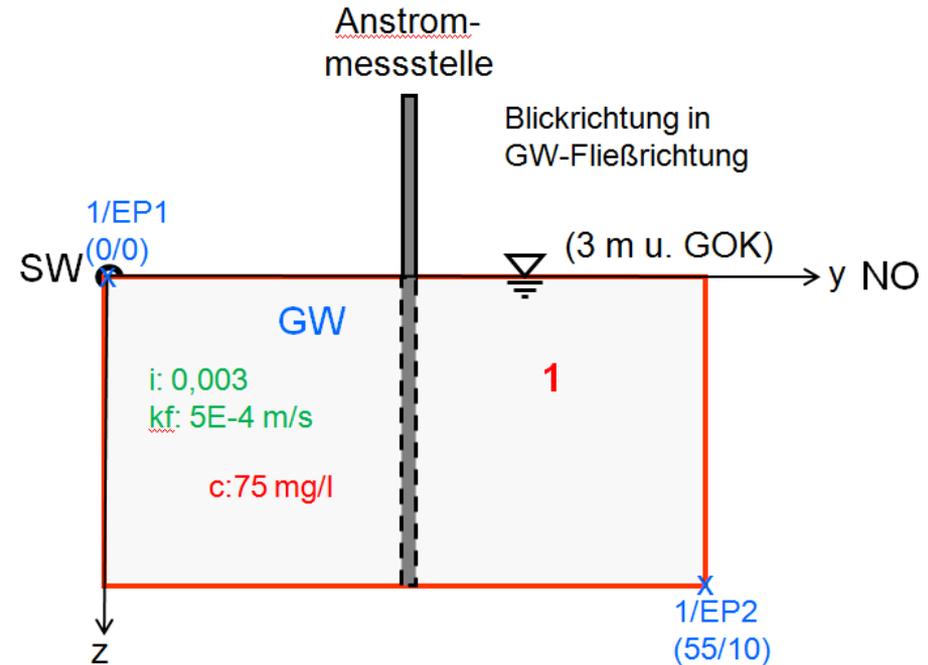
Grundwasser

Version 1.2

Eingabe-Parameter	Symbol	Einheit	1	2
Stromröhre-Nr			1	2
Messtelle/Sondierung			Anstrom	
y-Koordinate EP1	y1	m	0,00	
z-Koordinate EP1	z1	m	0,00	
y-Koordinate EP2	y2	m	55,00	
z-Koordinate EP2	z2	m	10,00	
kf-Wert	kf	m/s	5,00E-04	
hydr. Gefälle	i	(-)	0,003	
Konzentration	c	µg/l	75000,00	

Berechnete Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3
Breite	b	m	55,00		
Mächtigkeit	d	m	10,00		
Querschnittsfläche	A	m ²	550,00		
Filtergeschwindigkeit	vf	m/a	47,30		
Volumenstrom	Q	m ³ /a	26017,20		
Massenfluss	J	g/(m ² *a)	3547,80	0,00	0,00
Massenstrom	E	g/a	1951290,00	0,00	0,00

Kontrollebene KE-A	Symbol	Einheit	Wert
Querschnittsfläche	A	m ²	550,00
Breite	B	m	55,00
mittl. Mächtigkeit	d _m	m	10,00
Volumenstrom	Q	m ³ /a	26017,20
Massenstrom	E	g/a	1951290,00
mittl. Filtergeschw.	vf _m	m/a	47,30
mittl. Massenfluss	J _m	g/(m ² *a)	3547,80
mittl. Konzentration	c _m	µg/l	75000,00



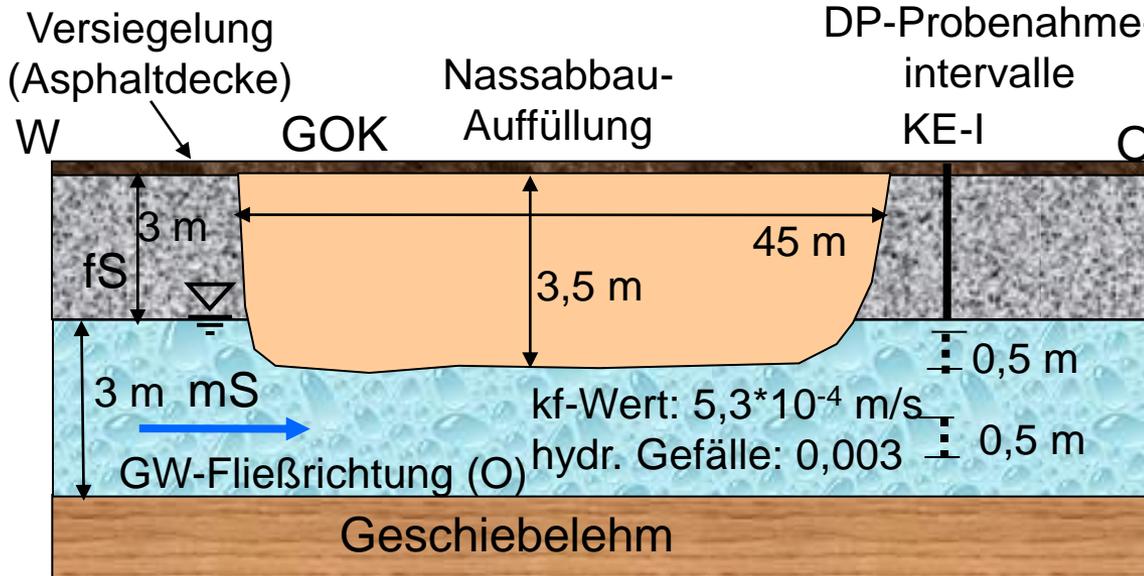
Ergebnis der Bewertung für Fallbeispiel 1b

Ermessensleitende Kriterien		Bearbeiter: Engeser			
FG-I: Gefahr		Projekt: Fallbsp. 1b			
gelbe Felder: Eingabefelder		Datum Bearbeit.	11.02.13		
		Version	1.2		
Eingabeparameter		Symbol	Einheit	Wert	
Schadstoff		Sulfat			
GFS		GFS	µg/l	240000,00	
Kontrollebenen				KE-A	KE-0
Anzahl Stromröhren		k		1	1
Fläche		A _{KE}	m ²	550,00	13750,00
Länge parallel GW-Fließrichtung		L _{KE}	m		250,0
Breite senkrecht GW-Fließrichtung		B _{KE}	m	55,00	55,0
mittl. Sickerwasserrate		SWR _m	m/a		0,200
mittl. Stoffkonzentration im Sickerwasser am OdB		C _{si(OdB)}	µg/l		1500000,0
Sickerwasserfracht am OdB		E _{si(OdB)}	g/a		4125000,0
mittl. Mächtigkeit		d _m	m	10,00	
mittl. Filtergeschwindigkeit		v _{f,m}	m/a	47,30	
mittl. Schadstoffkonzentration		c _m	µg/l	75000,00	
Gefahenschwelle (GS)				KE-0	KE-I
Mächtigkeit der Einmischzone		d _{mix}	m		1,0
Standortfaktor		SF	(-)		0,95
Einmischfaktor		EF	(-)		1,65
maximal zulässige Stoffkonz. im Sickerwasser		C _{si-max}	µg/l		396103,2
resultierende Konzentration im GW		C _{gw}	µg/l		807241,2
Schwellenfracht		E _{schwell}	g/a		113529,6
Bewertung		Ergebnis			
C _{si(OdB)} ≤ C _{si-max}		nein			
B _q ≤ 10 m		nein			
E _{si(OdB)} ≤ E _{schwell}		nein			
Gefahenschwelle überschritten?		ja			
Maßnahmenschwelle (MS-G)				KE-0	KE-I
Mächtigkeit der Einmischzone		d _{mix}	m		10,0
Standortfaktor		SF	(-)		9,46
Einmischfaktor		EF	(-)		7,50
maximal zulässige Stoffkonz. im Sickerwasser		C _{si-max}	µg/l		1801032,0
resultierende Konzentration im GW		C _{gw}	µg/l		211222,9
geringe Fracht		E _{ger}	g/a		39735360,0
Bewertung		Ergebnis			
C _{si(OdB)} ≤ C _{si-max}		ja			
B _q ≤ 100 m		ja			
E _{si(OdB)} ≤ E _{ger}		ja			
Maßnahmenschwelle überschritten?		nein			

Aufgrund der Sulfatbelastung des Sickerwassers am OdB ergibt sich eine Überschreitung der Gefahenschwelle.

Die Maßnahmenschwelle wird nicht überschritten. **Trotz der festgestellten Gefahr für das Grundwasser kann auf weitere Untersuchungs- oder Sanierungs-/Sicherungsmaßnahmen verzichtet werden.** Eine weitere Beobachtung des Grundwassers ist bis zur Unterschreitung der Gefahenschwelle zu empfehlen





Sachverhalt

Nassabbau verfüllt mit Bodenmaterial von einem Hüttenwerksgelände

Auffüllungsmaterial
Konz. Cu (S4-Eluat):
50 – 80 µg/l

Leichte Überschreitung der GFS für Kupfer (14 µg/l) im zentralen Abstrom (DP1)



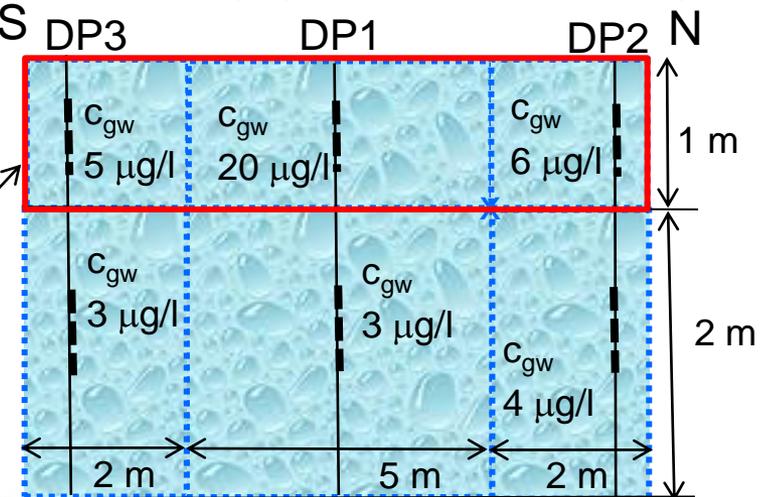
KE-I
DP2
DP1
DP3

Stromröhren KE-I
(Blick entgegen GW-Fließrichtung)

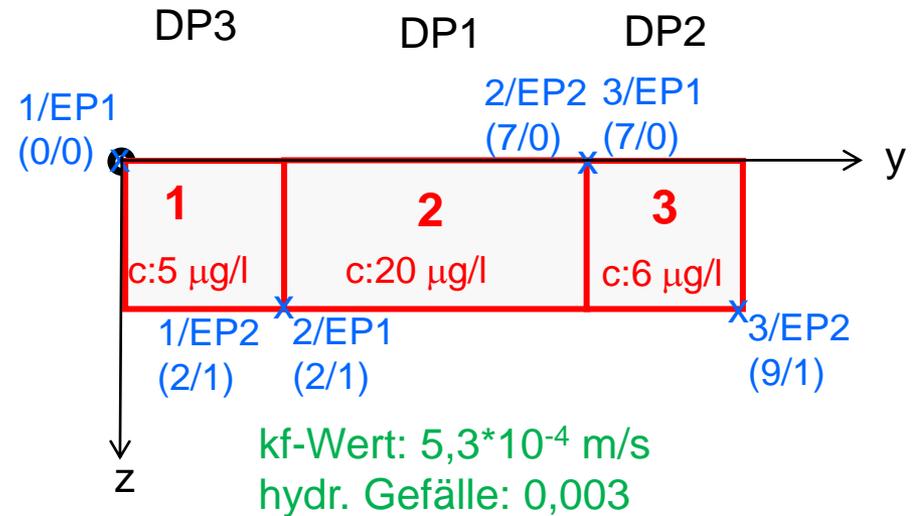
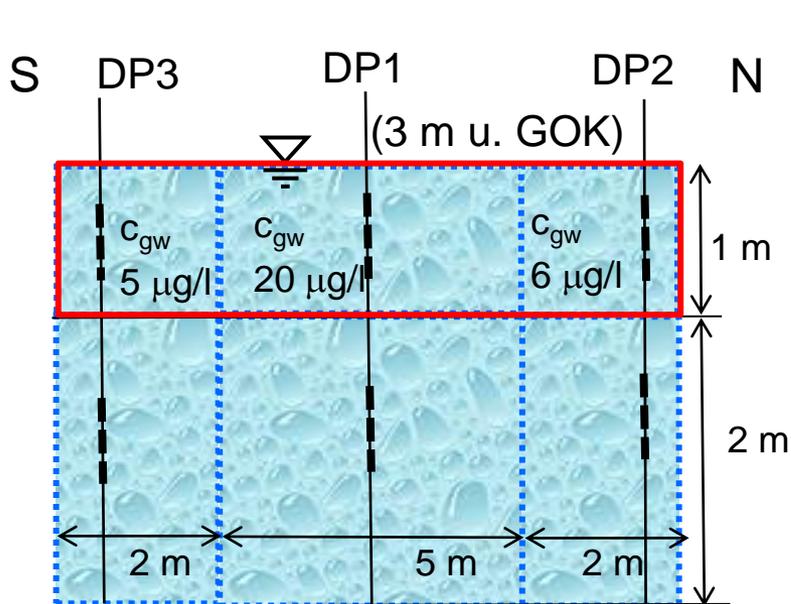
Cu-Konzentrationen im GW (µg/l)

Intervall	DP-Sondierungen		
	DP1	DP2	DP3
oben	20	6	5
unten	3	4	3

nur das obere Intervall wird betrachtet



Fallbeispiel 2: Skizze zur Definition der Kontrollebene KE-I



□ Stromröhren

1: Nr. Stromröhre

● Koordinatenursprung

x : Koordinateneckpunkte der Stromröhren

1/EP1: Stromröhre 1/Eckpunkt 1

(0/0): (y/z)-Koordinaten Eckpunkte

Fallbeispiel 2: Eingabeparameter für Kontrollebene KE-I

Ermittlung repräsentativer Prüfparameter in Kontrollebene I (Abstrom Quelle)

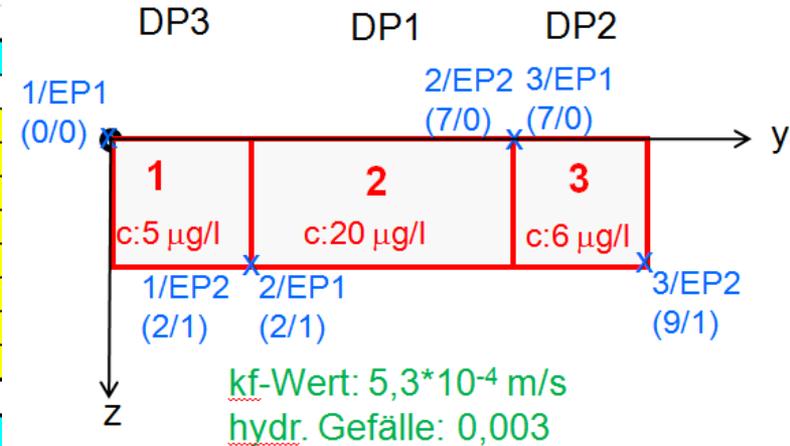
Grundwasser

Version 1.2

Eingabe-Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3
Stromröhre-Nr			1	2	3
Messtelle/Sondierung			DP3	DP1	DP2
y-Koordinate EP1	y1	m	0,00	2,00	7,00
z-Koordinate EP1	z1	m	0,00	1,00	0,00
y-Koordinate EP2	y2	m	2,00	7,00	9,00
z-Koordinate EP2	z2	m	1,00	0,00	1,00
kf-Wert	kf	m/s	5,30E-04	5,30E-04	5,30E-04
hydr. Gefälle	i	(-)	0,003	0,003	0,003
Konzentration	c	µg/l	5,00	20,00	6,00

Berechnete Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3
Breite	b	m	2,00	5,00	2,00
Mächtigkeit	d	m	1,00	1,00	1,00
Querschnittsfläche	A	m ²	2,00	5,00	2,00
Filtergeschwindigkeit	vf	m/a	50,14	50,14	50,14
Volumenstrom	Q	m ³ /a	100,28	250,71	100,28
Massenfluss	J	g/(m ² ·a)	0,25	1,00	0,30
Massenstrom	E	g/a	0,50	5,01	0,60

Kontrollebene KE-I	Symbol	Einheit	Wert
Querschnittsfläche	A	m ²	9,00
Breite	B	m	9,00
mittl. Mächtigkeit	d _m	m	1,00
Volumenstrom	Q	m ³ /a	451,28
Massenstrom	E	g/a	6,12
mittl. Filtergeschw.	vf _m	m/a	50,14
mittl. Massenfluss	J _m	g/(m ² ·a)	0,68
mittl. Konzentration	c _m	µg/l	13,56

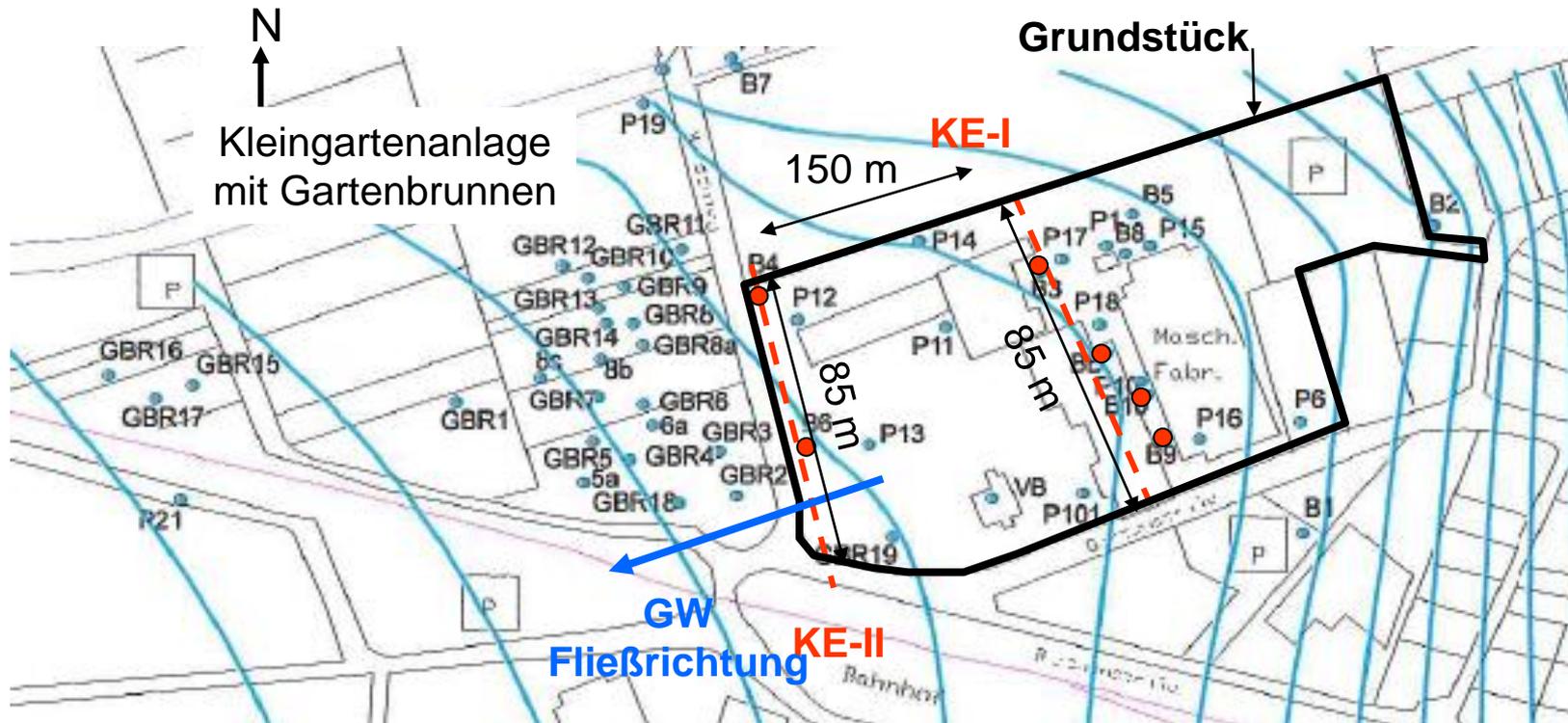


Ergebnis der Bewertung für Fallbeispiel 2

Ermessensleitende Kriterien FG-II: Schaden		Bearbeiter: Engeser		
gelbe Felder: Eingabefelder		Projekt: Fallbsp. 2		
		Datum Bearbeit.:	11.02.13	
		Version	1.2	
Eingabeparameter	Symbol	Einheit	Wert	
Schadstoff			Kupfer	
GFS	GFS	µg/l	14,00	
Kontrollebenen			KE-I	KE-II
Anzahl Stromröhren	k		3	0
Fläche	A _{KE}		9,00	0,00
Breite	B _{KE}	m	9,00	0,00
mittl. Mächtigkeit	d _m	m	1,00	0,00
abströmende Fracht	E _{gw}	g/a	6,12	0,00
mittl. Filtergeschwindigkeit	v _{f,m}	m/a	50,14	0,00
mittl. Schadstoffkonzentration	c _m	µg/l	13,56	0,00
Schadensschwelle	Symbol	Einheit	KE-I	
Schwellenfracht	E _{schwell}	g/a	7,0	
Bewertung	Ergebnis			
B(KE-I) ≤ 10 m	ja			
E _{gw} (KE-I) ≤ E _{schwell}	ja			
c _{gw} (KE-I) ≤ GFS	ja			
Schadensschwelle überschritten?	nein			
Maßnahmenschwelle (MS-S)	Symbol	Einheit	KE-I	KE-II
geringe Fracht	E _{ger}	g/a	2457,0	0,0
Bewertung	Ergebnis			
Regelfall (KE-I)				
B(KE-I) ≤ 100 m	ja			
E _{gw} (KE-I) ≤ E _{ger}	ja			
c _{gw} (KE-I) ≤ GFS	ja			
Maßnahmenschwelle überschritten?	nein			
Ausnahmefall (KE-II)				
B(KE-II) ≤ 100 m	k.B.			
E _{gw} (KE-II) ≤ E _{ger}	k.B.			
c _{gw} (KE-II) ≤ GFS	k.B.			
Maßnahmenschwelle überschritten?	k.B.			

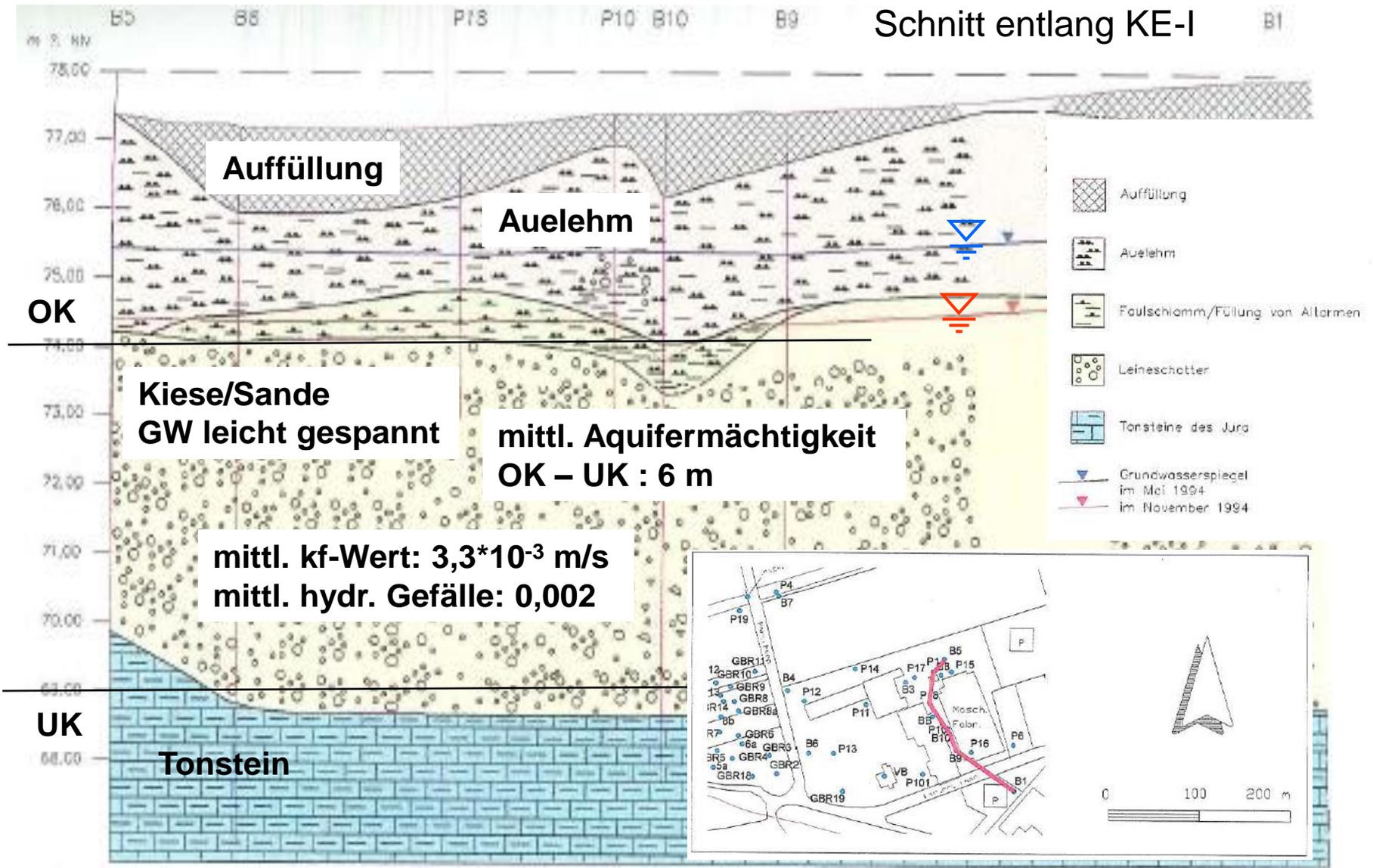
Trotz der Überschreitung der GFS für Kupfer im oberen Teil des zentralen Abstroms (DP 1: 20 µg/l) ergibt sich keine Überschreitung der Schadensschwelle. **Da kein Grundwasserschaden vorliegt, kann der Fall aus der weiteren Bearbeitung ausgeschieden werden.**



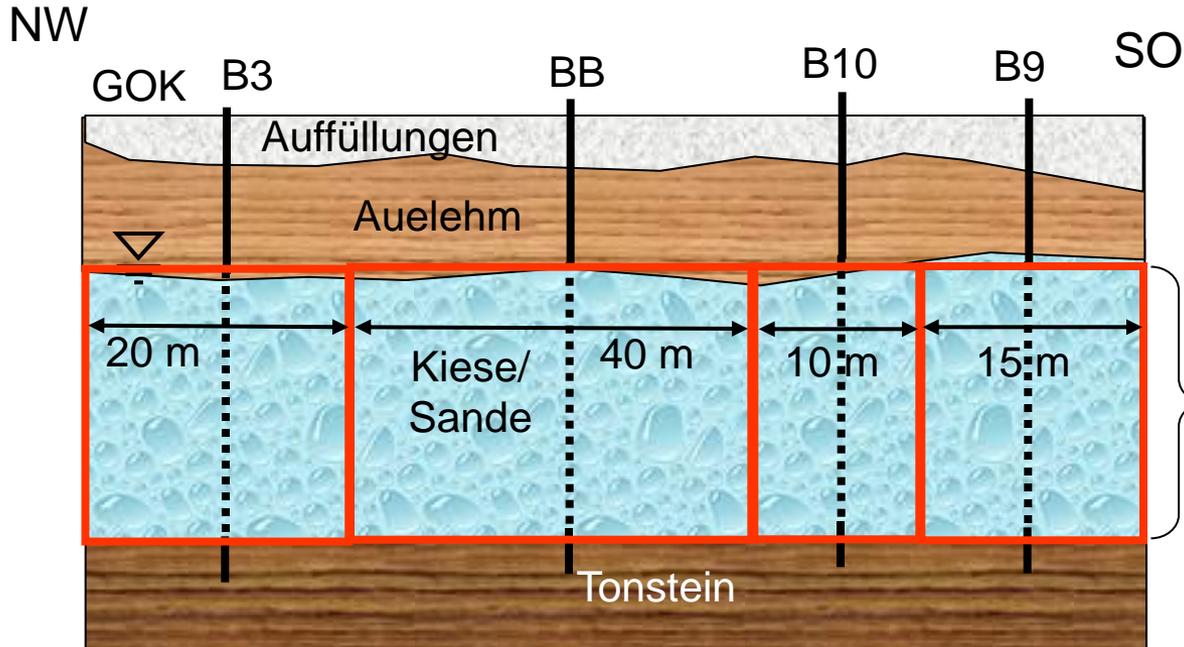


Sachverhalt:

Verunreinigungen des Grundwassers mit LCKW auf dem Grundstück eines metallverarbeitenden Betriebes. Der Schaden wurde durch eine mehrjährige Bodenluftabsaugung in Kombination mit einer Pump&Treat-Maßnahme im Grundwasser saniert. Die Sanierungsmaßnahme wurde im Jahre 2000 nach 8 Jahren Betrieb aus Verhältnismäßigkeitsgründen eingestellt. Die anschließende Nachsorgephase wurde im Jahre 2010 eingestellt.



Fallbeispiel 3 - Prinzipskizze für Kontrollebene KE-I

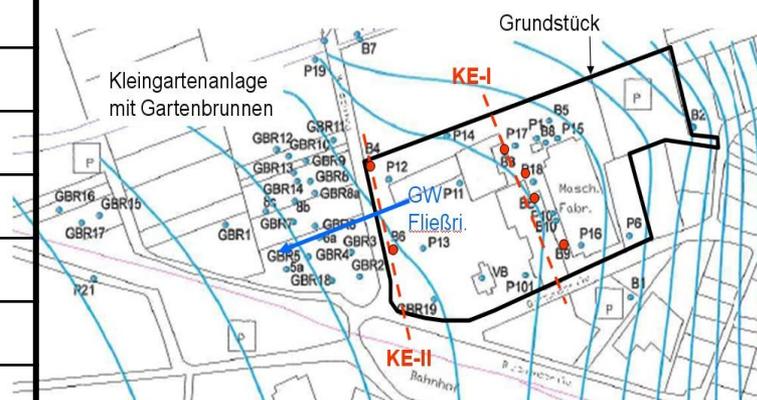


Konzentrationen im Jahr 2000
bei Einstellung der Sanierung

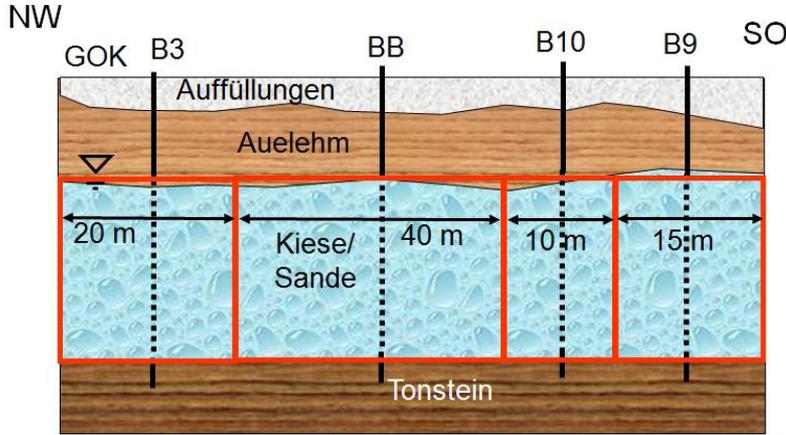
Ø Mächtigkeit: 6,0 m
kf-Wert: $3,3 \cdot 10^{-3}$ m/s
hydr. Gefälle: 0,002

Situation Fallbeispiel 3

Stromröhren	1	2	3	4
Messstellen	B3	BB	B10	B9
Breite (m)	20	40	10	15
Aquif.mä. (m)	6,0	6,0	6,0	6,0
kf-Wert (m/s)	$3,3E-3$	$3,3E-3$	$3,3E-3$	$3,3E-3$
hydr. Gefälle	0,002	0,002	0,002	0,002
Σ LCKW ($\mu\text{g/l}$)	24	62	62	7,7

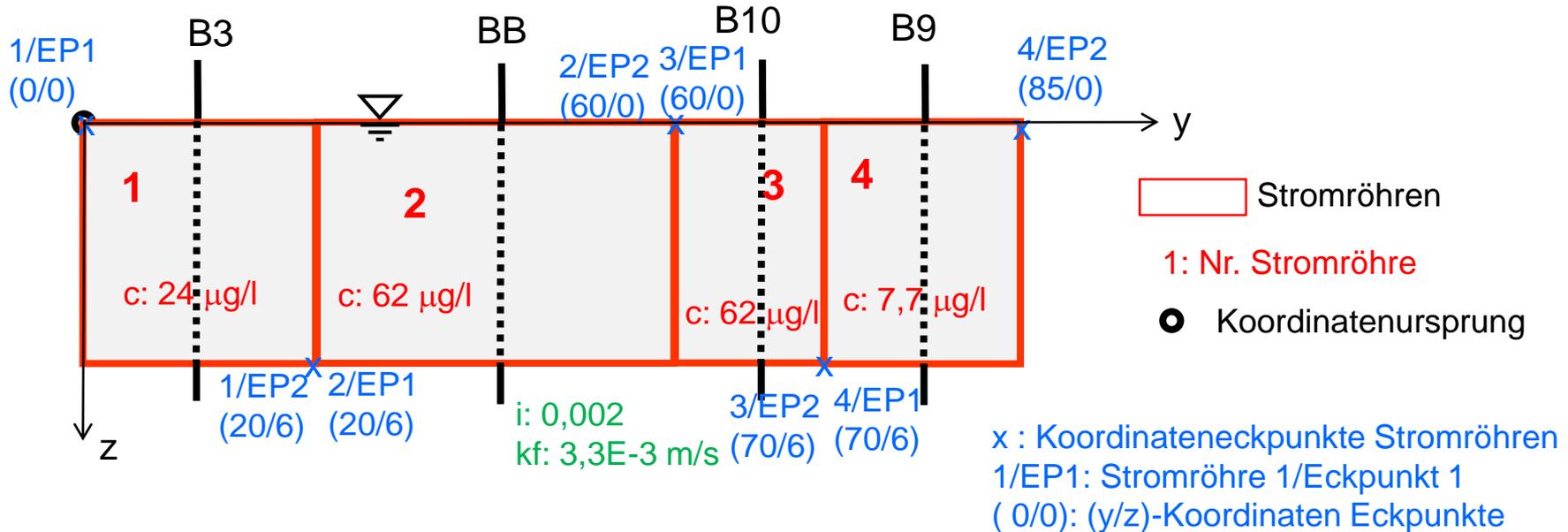


Fallbeispiel 3: Skizze zur Definition der Kontrollebene KE-I



Stromröhren	1	2	3	4
Messstellen	B3	BB	B10	B9
Breite (m)	20	40	10	15
Aquif.mä. (m)	6,0	6,0	6,0	6,0
kf-Wert (m/s)	3,3E-3	3,3E-3	3,3E-3	3,3E-3
hydr. Gefälle	0,002	0,002	0,002	0,002
Σ LCKW ($\mu\text{g/l}$)	24	62	62	7,7

Blickrichtung entgegen GW-Fließrichtung



Fallbeispiel 3: Eingabeparameter für Kontrollebene KE-I

Ermittlung repräsentativer Prüfparameter in Kontrollebene I (Abstrom Quelle)

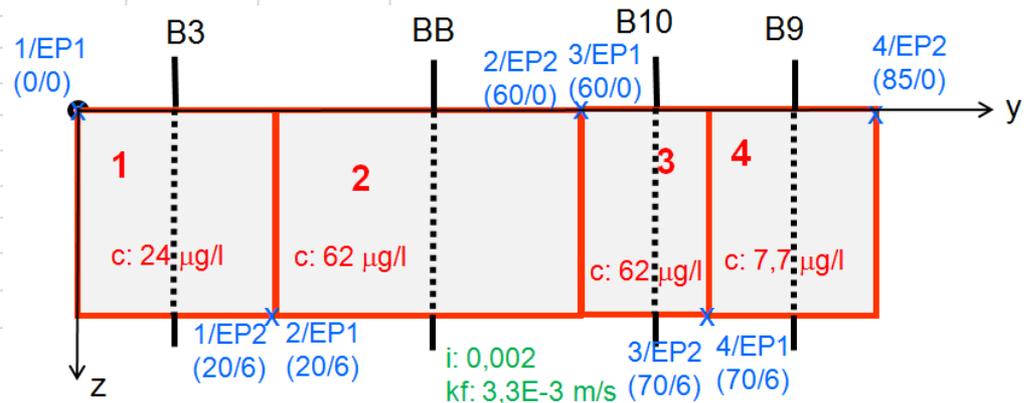
Grundwasser

Version 1.2

Eingabe-Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3	4	5
Stromröhre-Nr			1	2	3	4	5
Messstelle/Sondierung			B3	BB	B10	B9	
y-Koordinate EP1	y1	m	0,00	20,00	60,00	70,00	
z-Koordinate EP1	z1	m	0,00	6,00	0,00	6,00	
y-Koordinate EP2	y2	m	20,00	60,00	70,00	85,00	
z-Koordinate EP2	z2	m	6,00	0,00	6,00	0,00	
kf-Wert	kf	m/s	3,30E-03	3,30E-03	3,30E-03	3,30E-03	
hydr. Gefälle	i	(-)	0,002	0,002	0,002	0,002	
Konzentration	c	µg/l	24,00	62,00	62,00	7,70	

Berechnete Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3	4	5
Breite	b	m	20,00	40,00	10,00	15,00	0,00
Mächtigkeit	d	m	6,00	6,00	6,00	6,00	0,00
Querschnittsfläche	A	m ²	120,00	240,00	60,00	90,00	0,00
Filtergeschwindigkeit	vf	m/a	208,14	208,14	208,14	208,14	0,00
Volumenstrom	Q	m ³ /a	24976,51	49953,02	12488,26	18732,38	0,00
Massenfluss	J	g/(m ² *a)	5,00	12,90	12,90	1,60	0,00
Massenstrom	E	g/a	599,44	3097,09	774,27	144,24	0,00

Kontrollebene KE-I	Symbol	Einheit	Wert
Querschnittsfläche	A	m ²	510,00
Breite	B	m	85,00
mittl. Mächtigkeit	d _m	m	6,00
Volumenstrom	Q	m ³ /a	106150,18
Massenstrom	E	g/a	4615,04
mittl. Filtergeschw.	vf _m	m/a	208,14
mittl. Massenfluss	J _m	g/(m ² *a)	9,05
mittl. Konzentration	c _m	µg/l	43,48



Fallbeispiel 3: Eingabeparameter für Kontrollebene KE-I

Ermittlung repräsentativer Prüfparameter in Kontrollebene I (Abstrom Quelle)

Grundwasser

Version 1.2

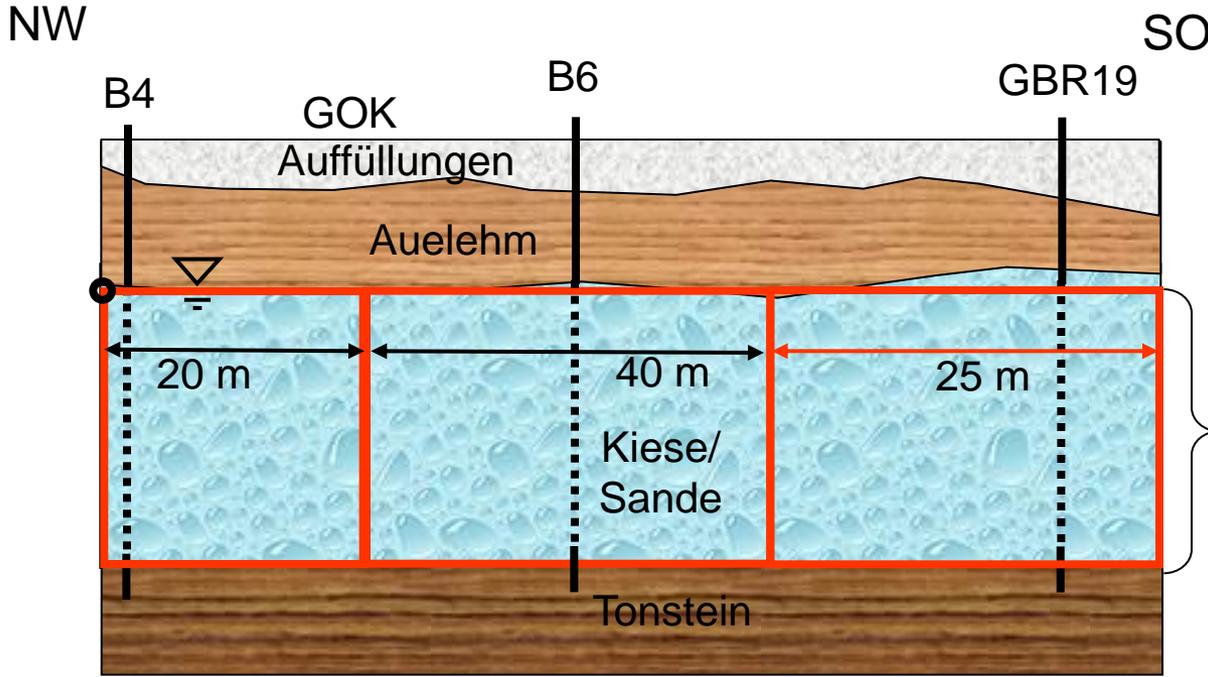
Eingabe-Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3	4	5
Stromröhre-Nr			1	2	3	4	5
Messstelle/Sondierung			B3	BB	B10	B9	
y-Koordinate EP1	y1	m	0,00	20,00	60,00	70,00	
z-Koordinate EP1	z1	m	0,00	6,00	0,00	6,00	
y-Koordinate EP2	y2	m	20,00	60,00	70,00	85,00	
z-Koordinate EP2	z2	m	6,00	0,00	6,00	0,00	
kf-Wert	kf	m/s	3,30E-03	3,30E-03	3,30E-03	3,30E-03	
hydr. Gefälle	i	(-)	0,002	0,002	0,002	0,002	
Konzentration	c	µg/l	24,00	62,00	62,00	7,70	

Berechnete Parameter	Symbol	Einheit					
Breite	b	m	20,00	40,00	10,00	15,00	0,00
Mächtigkeit	d	m	6,00	6,00	6,00	6,00	0,00
Querschnittsfläche	A	m ²	120,00	240,00	60,00	90,00	0,00
Filtergeschwindigkeit	vf	m/a	208,14	208,14	208,14	208,14	0,00
Volumenstrom	Q	m ³ /a	24976,51	49953,02	12488,26	18732,38	0,00
Massenfluss	J	g/(m ² *a)	5,00	12,90	12,90	1,60	0,00
Massenstrom	E	g/a	599,44	3097,09	774,27	144,24	0,00

Kontrollebene KE-I	Symbol	Einheit	Wert
Querschnittsfläche	A	m ²	510,00
Breite	B	m	85,00
mittl. Mächtigkeit	d _m	m	6,00
Volumenstrom	Q	m ³ /a	106150,18
Massenstrom	E	g/a	4615,04
mittl. Filtergeschw.	vf _m	m/a	208,14
mittl. Massenfluss	J _m	g/(m ² *a)	9,05
mittl. Konzentration	c _m	µg/l	43,48



Fallbeispiel 3 - Prinzipskizze für Stromröhrenmodell in der KE-II

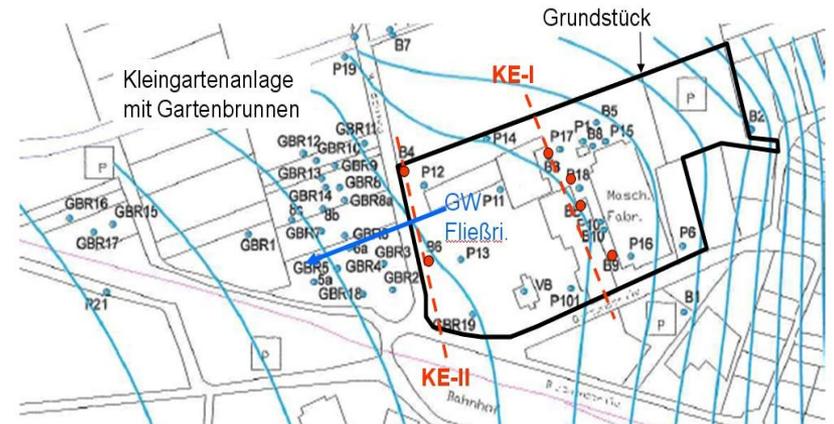


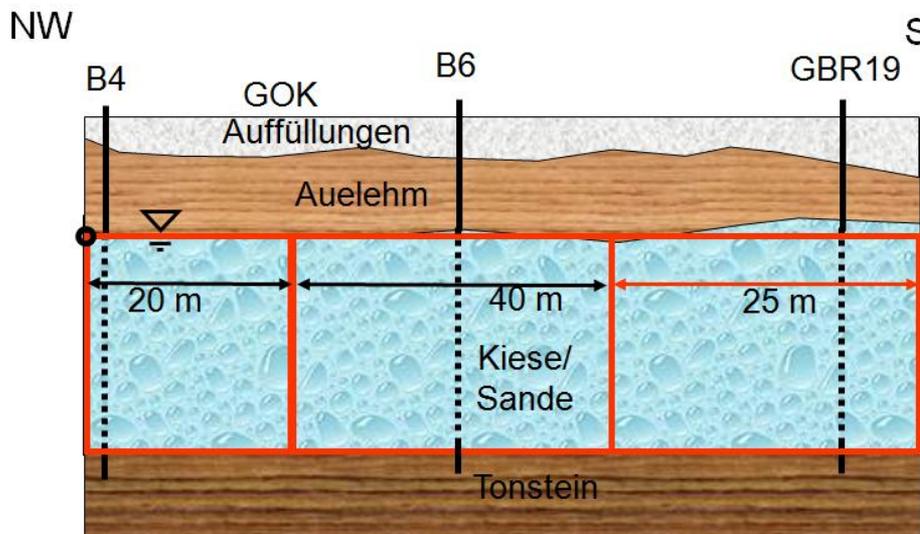
Konzentrationen im Jahr 2000 bei Einstellung der Sanierung

Ø Mächtigkeit: 6,0 m
kf-Wert: $3,3 \cdot 10^{-3}$ m/s
hydr. Gefälle: 0,002

Situation Fallbeispiel 3

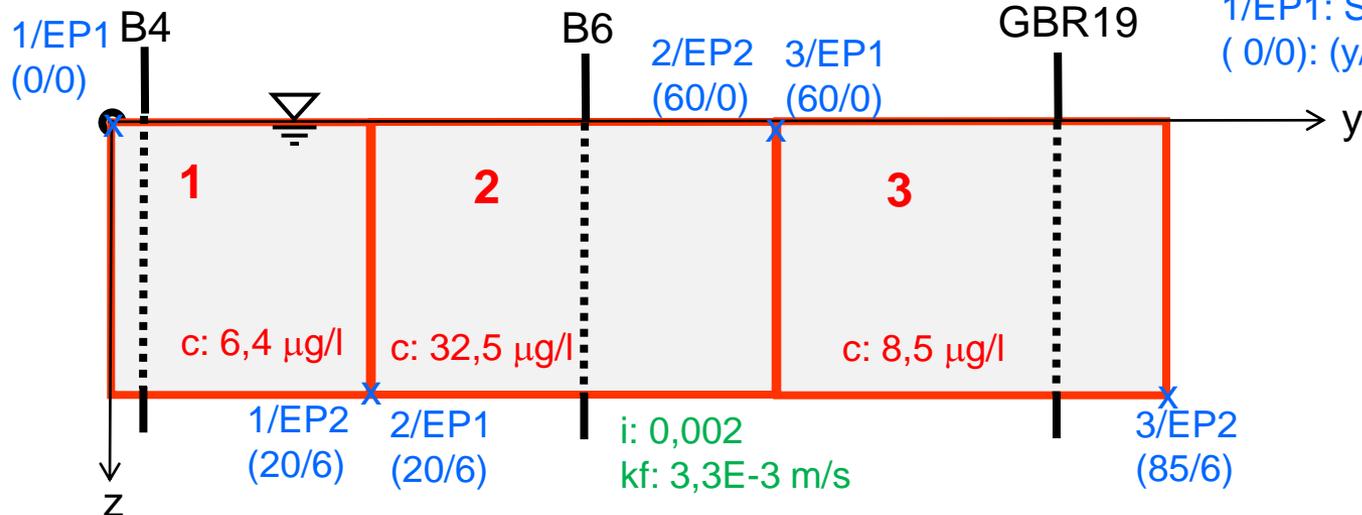
Stromröhren	1	2	3
Messstellen	B4	B6	P13
Breite (m)	20	40	25
Aq.mä. (m)	6,0	6,0	6,0
kf-Wert (m/s)	$3,3E-3$	$3,3E-3$	$3,3E-3$
hydr. Gefälle	0,002	0,002	0,002
Σ LCKW ($\mu\text{g/l}$)	6,4	32,5	8,5





Stromröhren	1	2	3
Messstellen	B4	B6	GBR19
Breite (m)	20	40	25
Aq.mä. (m)	6,0	6,0	6,0
kf-Wert (m/s)	3,3E-3	3,3E-3	3,3E-3
hydr. Gefälle	0,002	0,002	0,002
Σ LCKW ($\mu\text{g/l}$)	6,4	32,5	8,5

x : Koordinateneckpunkte Stromröhren
 1/EP1: Stromröhre 1/Eckpunkt 1
 (0/0): (y/z)-Koordinaten Eckpunkte



- Stromröhren
- 1: Nr. Stromröhre
- Koordinatenursprung



Fallbeispiel 3: Eingabeparameter für Kontrollebene KE-II

Ermittlung repräsentativer Frachten in Kontrollebene II (Abstrom Grundstücksgrenze)

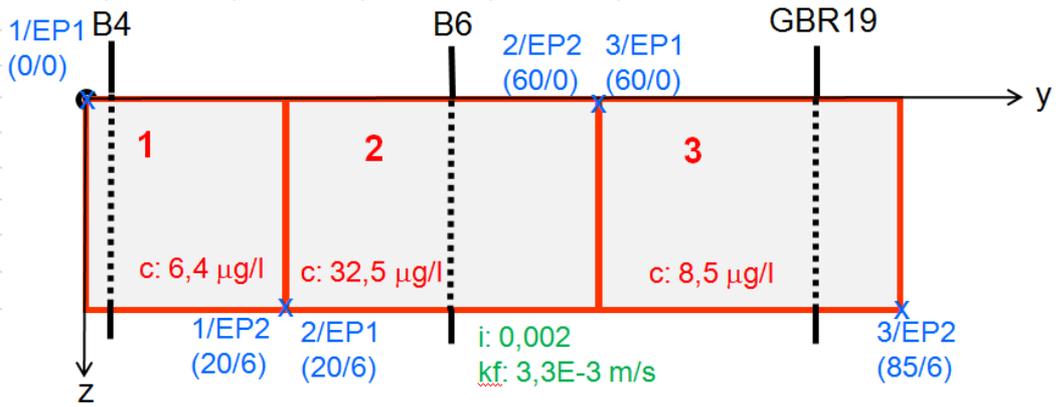
Grundwasser

Version 1.2

Eingabe-Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3	4	5	6
Stromröhre-Nr			1	2	3	4	5	6
Messstelle/Sondierung			B4	B6	P13			
y-Koordinate EP1	y1	m	0,00	20,00	60,00			
z-Koordinate EP1	z1	m	0,00	6,00	0,00			
y-Koordinate EP2	y2	m	20,00	60,00	85,00			
z-Koordinate EP2	z2	m	6,00	0,00	6,00			
kf-Wert	kf	m/s	3,30E-03	3,30E-03	3,30E-03			
hydr. Gefälle	i	(-)	0,002	0,002	0,002			
Konzentration	c	µg/l	6,40	32,50	8,50			

Berechnete Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3	4	5	6
Breite	b	m	20,00	40,00	25,00	0,00	0,00	0,00
Mächtigkeit	d	m	6,00	6,00	6,00	0,00	0,00	0,00
KE-Querschnittsfläche	A	m ²	120,00	240,00	150,00	0,00	0,00	0,00
Filtergeschwindigkeit	vf	m/a	208,14	208,14	208,14	0,00	0,00	0,00
Volumenstrom	Q	m ³ /a	24976,51	49953,02	31220,64	0,00	0,00	0,00
Massenfluss	J	g/(m ² *a)	1,33	6,76	1,77	0,00	0,00	0,00
Massenstrom	E	g/a	159,85	1623,47	265,38	0,00	0,00	0,00

Kontrollebene KE-II	Symbol	Einheit	Wert
Querschnittsfläche	A	m ²	510,00
Breite	B	m	85,00
mittl. Mächtigkeit	d _m	m	6,00
Volumenstrom	Q	m ³ /a	106150,18
Massenstrom	E	g/a	2048,70
mittl. Filtergeschw.	vf _m	m/a	208,14
mittl. Massenfluss	J _m	g/(m ² *a)	4,02
mittl. Konzentration	c _m	µg/l	19,30

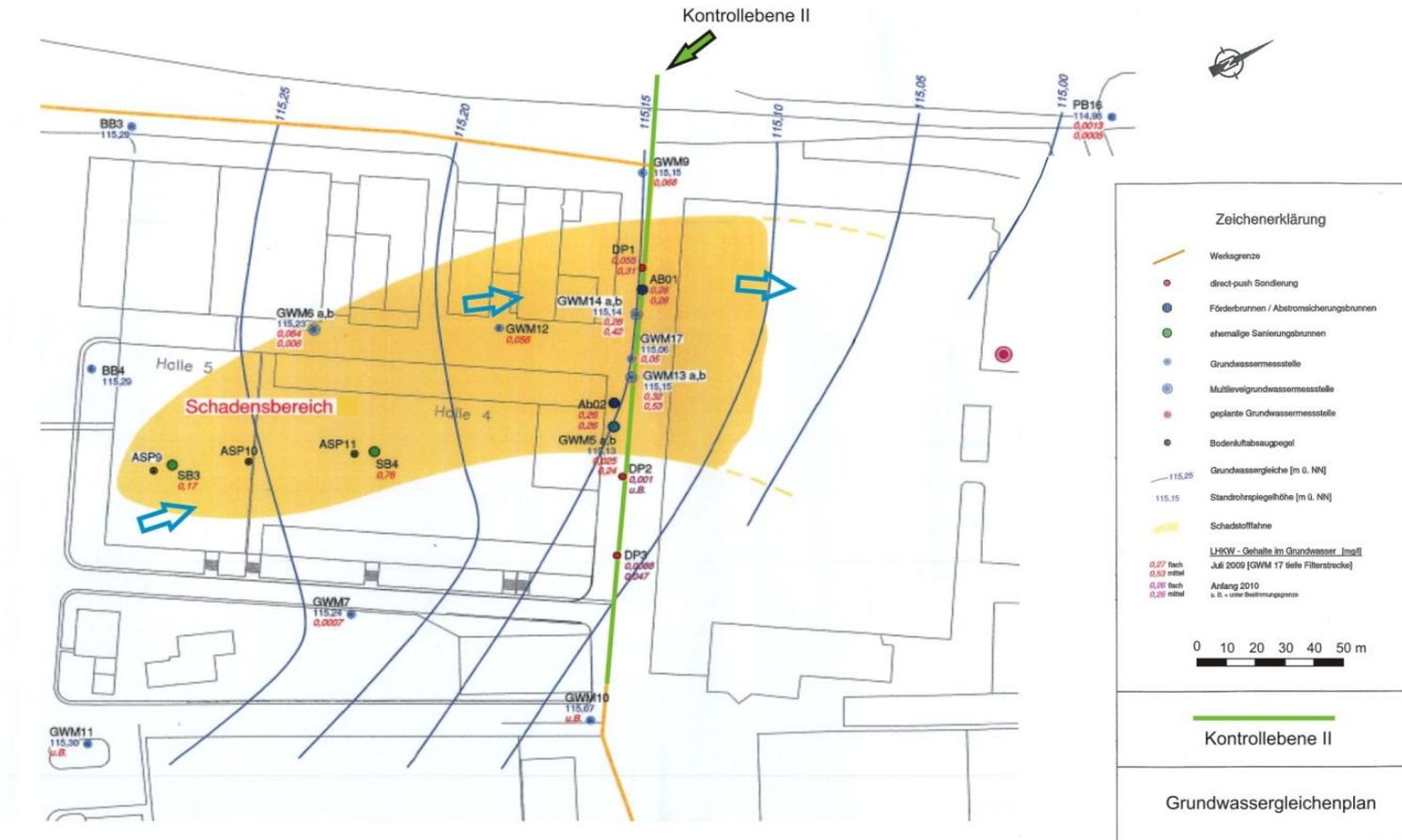


Ergebnis der Bewertung für Fallbeispiel 3

Ermessensleitende Kriterien		Bearbeiter:	Engeser	
FG-II: Schaden		Projekt:	Fallbsp. 3	
gelbe Felder: Eingabefelder		Datum Bearbeit.:	12.02.13	
		Version	1.2	
Eingabeparameter		Symbol	Einheit	Wert
Schadstoff				LCKW
GFS		GFS	µg/l	20,00
Kontrollebenen			KE-I	KE-II
Anzahl Stromröhren		k	4	3
Fläche		A _{KE}	510,00	510,00
Breite		B _{KE}	m	85,00
mittl. Mächtigkeit		d _m	m	6,00
abströmende Fracht		E _{gw}	g/a	4615,04
mittl. Filtergeschwindigkeit		v _f	m/a	208,14
mittl. Schadstoffkonzentration		c _m	µg/l	43,48
Schadensschwelle		Symbol	Einheit	KE-I
Schwellenfracht		E _{schwell}	g/a	41,6
Bewertung		Ergebnis		
B(KE-I) ≤ 10 m		nein		
E _{gw} (KE-I) ≤ E _{schwell}		nein		
c _{gw} (KE-I) ≤ GFS		nein		
Schadensschwelle überschritten?		ja		
Maßnahmenschwelle (MS-S)		Symbol	Einheit	KE-I
geringe Fracht		E _{ger}	g/a	14569,6
Bewertung		Ergebnis		
Regelfall (KE-I)				
B(KE-I) ≤ 100 m		ja		
E _{gw} (KE-I) ≤ E _{ger}		ja		
c _{gw} (KE-I) ≤ GFS		nein		
Maßnahmenschwelle überschritten?		ja		
Ausnahmefall (KE-II)				
B(KE-II) ≤ 100 m		ja		
E _{gw} (KE-II) ≤ E _{ger}		ja		
c _{gw} (KE-II) ≤ GFS		ja		
Maßnahmenschwelle überschritten?		nein		

Die Schadensschwelle und die Maßnahmenschwelle in der KE-I (Regelfall) werden überschritten. **An der Grundstücksgrenze (KE-II) wird die Maßnahmenschwelle aber unterschritten.** Da keine Oberflächengewässer oder Nutzungen auf dem Betriebsgrundstück betroffen sind, kann auf die Fortsetzung der Sanierungsmaßnahmen verzichtet werden (Ausnahmefall). Das Ergebnis ist damit in Übereinstimmung mit der von der Behörde 2000 getroffenen Entscheidung.



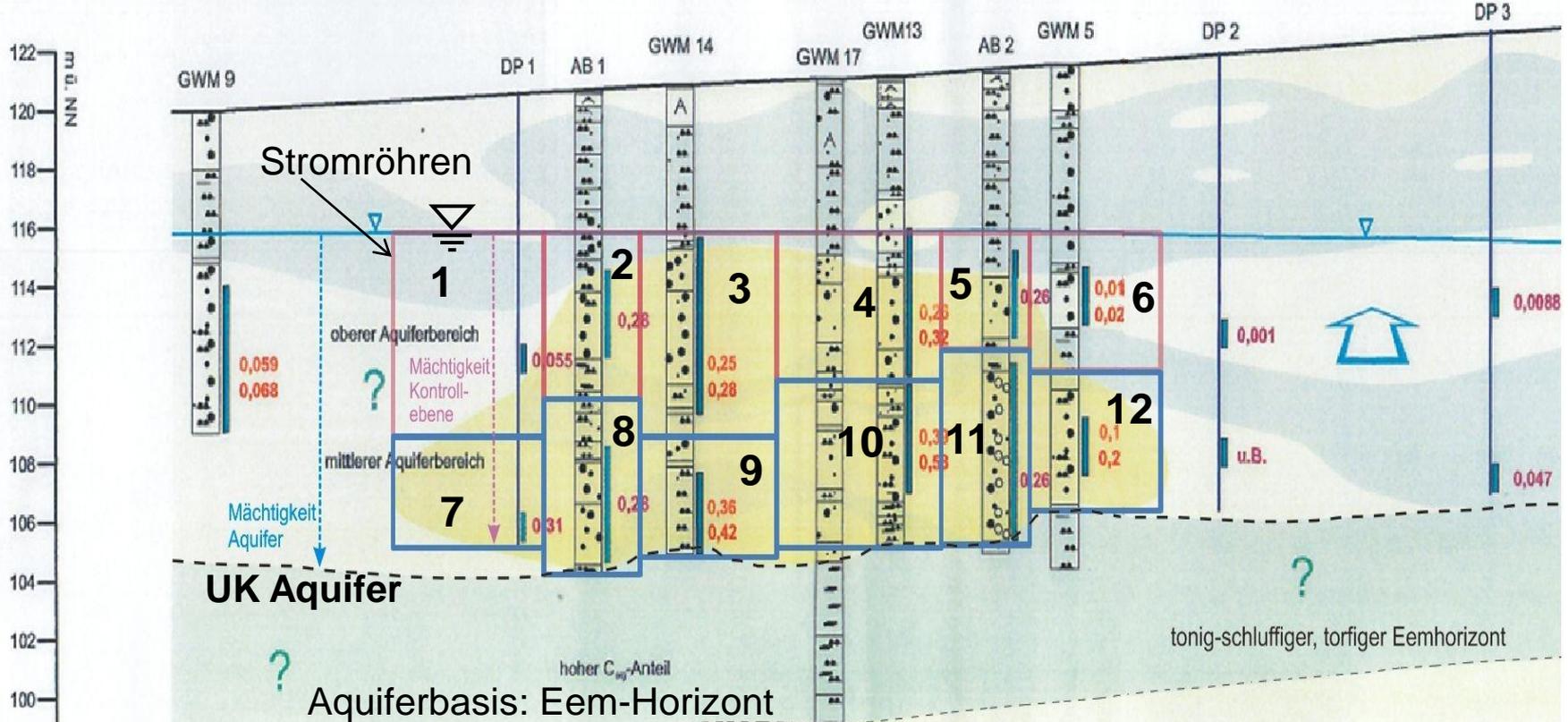


Sachverhalt

GW-Verunreinigung mit Tetrachlorethen auf dem Werksgelände eines gummirverarbeitenden Betriebes. Das Gelände ist komplett versiegelt (überbaut). Der Quellbereich wurde wegen Überbauung nicht näher erkundet. Durch eine mehrjährige Bodenluftabsaugung in Kombination mit einer Pump&Treat-Maßnahme im Quellbereich konnten die LHKW-Konzentrationen deutlich gesenkt werden. Aufgrund der noch deutlichen LCKW-Konzentrationen in der Fahne wird an der Grundstücksgrenze eine hydraulische Sicherungsmaßnahme (Pump&Treat) durchgeführt.



Schnitt entlang KE-II



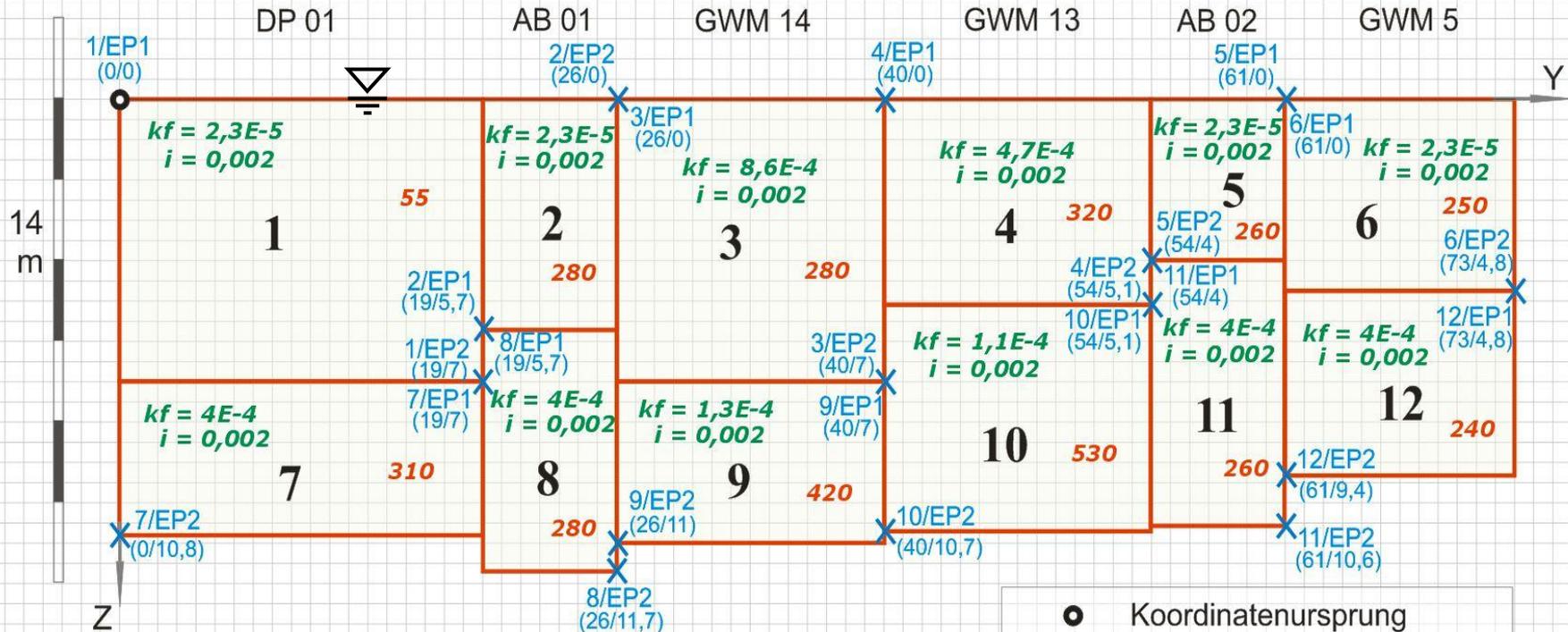
Blick in Grundwasserfließrichtung

Stromröhren oberer Aquiferbereich

Stromröhren mittlerer Aquiferbereich



Fallbeispiel 4 - Prinzipskizze für Stromröhrenmodell in der KE-II



Blick in Grundwasserfließrichtung

Stromröhren

- Koordinatenursprung
- 1 Nr. der Stromröhren
- X (40/11) Koordinaten
- 3/EP1 Stromröhre 3 / Eckpunkt 1
- kf Durchlässigkeitsbeiwert m/s
- i Gefälle
- c Konzentration $\mu\text{g/l}$

Fallbeispiel 4: Eingabeparameter für Kontrollebene KE-II

Ermittlung repräsentativer Frachten in Kontrollebene II (Abstrom Grundstücksgrenze)

Grundwasser

Version 1.2

Eingabe-Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Stromröhre-Nr														
Messstelle/Sondierung			DP 01o	AB 01o	GWM 14o	GWM 13o	AB 02o	GWM 5o	DP 01u	AB 01u	GWM 14u	GWM 13u	AB 02u	GWM 5u
y-Koordinate EP1	y1	m	0,00	19,00	26,00	40,00	61,00	61,00	19,00	19,00	40,00	54,00	54,00	73,00
z-Koordinate EP1	z1	m	0,00	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	5,70	7,00	5,10	4,00	4,80
y-Koordinate EP2	y2	m	19,00	26,00	40,00	54,00	54,00	73,00	0,00	26,00	26,00	40,00	61,00	61,00
z-Koordinate EP2	z2	m	7,00	0,00	7,00	5,10	4,00	4,80	10,80	11,70	11,00	10,70	10,60	9,40
kf-Wert	kf	m/s	2,30E-05	2,30E-05	8,60E-04	4,70E-04	2,30E-05	2,30E-05	4,00E-04	4,00E-04	1,30E-04	1,10E-04	4,00E-04	4,00E-04
hydr. Gefälle	i	(-)	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Konzentration	c	µg/l	55,00	280,00	280,00	320,00	260,00	250,00	310,00	280,00	420,00	530,00	260,00	240,00

Berechnete Parameter	Symbol	Einheit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Breite	b	m	19,00	7,00	14,00	14,00	7,00	12,00	19,00	7,00	14,00	14,00	7,00	12,00
Mächtigkeit	d	m	7,00	5,70	7,00	5,10	4,00	4,80	3,80	6,00	4,00	5,60	6,60	4,60
KE-Querschnittsfläche	A	m ²	133,00	39,90	98,00	71,40	28,00	57,60	72,20	42,00	56,00	78,40	46,20	55,20
Filtergeschwindigkeit	vf	m/a	1,45	1,45	54,24	29,64	1,45	1,45	25,23	25,23	8,20	6,94	25,23	25,23
Volumenstrom	Q	m ³ /a	192,94	57,88	5315,71	2116,57	40,62	83,56	1821,52	1059,61	459,16	543,93	1165,57	1392,63
Massenfluss	J	g/(m ² *a)	0,08	0,41	15,19	9,49	0,38	0,36	7,82	7,06	3,44	3,68	6,56	6,05
Massenstrom	E	g/a	10,61	16,21	1488,40	677,30	10,56	20,89	564,67	296,69	192,85	288,28	303,05	334,23

Kontrollebene KE-II	Symbol	Einheit	Wert
Querschnittsfläche	A	m ²	777,90
Breite	B	m	73,00
mittl. Mächtigkeit	d _m	m	10,66
Volumenstrom	Q	m ³ /a	14249,70
Massenstrom	E	g/a	4203,74
mittl. Filtergeschw.	vf _m	m/a	18,32
mittl. Massenfluss	J _m	g/(m ² *a)	5,40
mittl. Konzentration	c _m	µg/l	295,01



Ergebnis der Bewertung für Fallbeispiel 4

Ermessensleitende Kriterien FG-II: Schaden		Bearbeiter: Engeser		
gelbe Felder: Eingabefelder		Projekt: Fallbsp. 4		
		Datum Bearbeit.: 12.02.13		
		Version: 1.2		
Eingabeparameter	Symbol	Einheit	Wert	
Schadstoff			LCKW	
GFS	GFS	µg/l	20,00	
Kontrollebenen			KE-I	KE-II
Anzahl Stromröhren	k		0	12
Fläche	A _{KE}		0,00	777,90
Breite	B _{KE}	m	0,00	73,00
mittl. Mächtigkeit	d _m	m	0,00	10,66
abströmende Fracht	E _{gw}	g/a	0,00	4203,74
mittl. Filtergeschwindigkeit	v _f	m/a	0,00	18,32
mittl. Schadstoffkonzentration	c _m	µg/l	0,00	295,01
Schadensschwelle	Symbol	Einheit	KE-I	
Schwellenfracht	E _{schwell}	g/a	0,0	
Bewertung	Ergebnis			
B(KE-I) ≤ 10 m	k.B.			
E _{gw} (KE-I) ≤ E _{schwell}	k.B.			
c _{gw} (KE-I) ≤ GFS	k.B.			
Schadensschwelle überschritten?	k.B.			
Maßnahmenschwelle (MS-S)	Symbol	Einheit	KE-I	KE-II
geringe Fracht	E _{ger}	g/a	0,0	1282,3
Bewertung	Ergebnis			
Regelfall (KE-I)				
B(KE-I) ≤ 100 m	k.B.			
E _{gw} (KE-I) ≤ Eger	k.B.			
c _{gw} (KE-I) ≤ GFS	k.B.			
Maßnahmenschwelle überschritten?	k.B.			
Ausnahmefall (KE-II)				
B(KE-II) ≤ 100 m	ja			
E _{gw} (KE-II) ≤ Eger	nein			
c _{gw} (KE-II) ≤ GFS	nein			
Maßnahmenschwelle überschritten?	ja			

Die Maßnahmenschwelle an der Grundstücksgrenze ist deutlich überschritten. Die laufende hydraulische Sicherungsmaßnahme ist gerechtfertigt. Die Maßnahme sollte mindestens bis zur Unterschreitung der Maßnahmenschwelle fortgesetzt werden.



Mittagspause



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

