

Arbeitshilfe zur Grundwassersanierung

Gelöste Mengen Frachten

Frankfurt/M., den 3. Juni 2008

GWS-VwV

Vom 30. September 2005



Fachliche Kriterien AH Anlage 1

Gefährlichkeit der Schadstoffe

- GFS
- Abbaubarkeit
- Mobilität

Räumliche Verteilung und Menge

- Schadstoffmenge GW
- Schadstoffmenge Boden
- Fracht GW

Örtliche Verhältnisse

- Hydogeologie
- Schutzbedürftigkeit
- Beeinträchigungen
- orhanden Belastungen

Bewertungskriterien

Gelöste Menge im Grundwasser

IST-Zustand

Fracht im Grundwasser Dynamik







Bezeichnung des Schadensfalls Schadstoff Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l				
Stromröhre Nr.			1	2	3	
Bezeichnung der Stromröhre/Messstelle						Quelle der Daten
	c _{mittel}	μg/l μg/l			000000000000000000000000000000000000000	
Breite der Stromröhre/Fahne	B H	m		(Asial) (Asia)	JANSON CONTRACTOR	
Höhe der Stromröhre/Fahne Länge der Stromröhre/Fahne	Ë	m m				
Durchlässigkeitsbeiwert	k _f	m/s				
Hydraulischer Gradient	-		Section 200	Servicion de la companya della companya della companya de la companya de la companya della compa	CONTRACTOR OF THE PARTY.	Tames and the same of
Nutzbare Porosität	P*	%				

Abstandsgeschwindigkeit	v _a	m/d	0,00
Gelöste Menge im Grundwasser	M _{gel}	kg	0,00
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	0,00

X

Bezeichnung des Schadensfalls Schadstoff	050					
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	-			
			①	2	3	
Stromröhre Nr.						
Bezeichnung der Stromröhre/Messstelle	9					Quelle der Daten
Mittlere Konzentration	c _{mittel}	μg/l				
Maximale Konzentration	c _{max}	μg/l			1	
Breite der Stromröhre/Fahne	В	m				residence de la companya de la comp
Höhe der Stromröhre/Fahne	Н	m 💮				
Länge der Stromröhre/Fahne	L	m				
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_{\rm f}$	m/s				militaria de la composição
Hydraulischer Gradient	1					
Nutzbare Porosität	P*	%	Mark Strategy	NEW WINKS	STATE OF THE STATE	
Nuizbaie i Olosiiai		/0	AND DESCRIPTION	SALES SERVICES	alues en re	

Abstandsgeschwindigkeit	v _a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot P^*/100$	0,00
Gelöste Menge im Grundwasser	M _{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit} \cdot L \cdot B \cdot H$	0,00
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_max$	0,00

Bezeichnung des Schadensfalls			HLUG-Semi	inar-Beis _l	oiel-Schader	1
Schadstoff	GFS	/1	LHKW	NI SE		
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	20			
Stromröhre Nr.			•	2	3	
Bezeichnung der Stromröhre/Messst	elle					Quelle der Daten
Mittlere Konzentration	c _{mittel}	μg/l				
Maximale Konzentration	c _{max}	µg/l			· V	
Breite der Stromröhre/Fahne	В	m			ZONA PLINO	residente de la companya de la comp
Höhe der Stromröhre/Fahne	H	m				
Länge der Stromröhre/Fahne	STORESTORES	m				
Durchlässigkeitsbeiwert	k _f	m/s				
Hydraulischer Gradient	l l				i i	
Nutzbare Porosität	P*	%				ned purcessors received
				CATALOG S		

Abstandsgeschwindigkeit	v _a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot P^*/100$	0,00
Gelöste Menge im Grundwasser	M_{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit} \cdot L \cdot B \cdot H \cdot$	0,00
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$	0,00

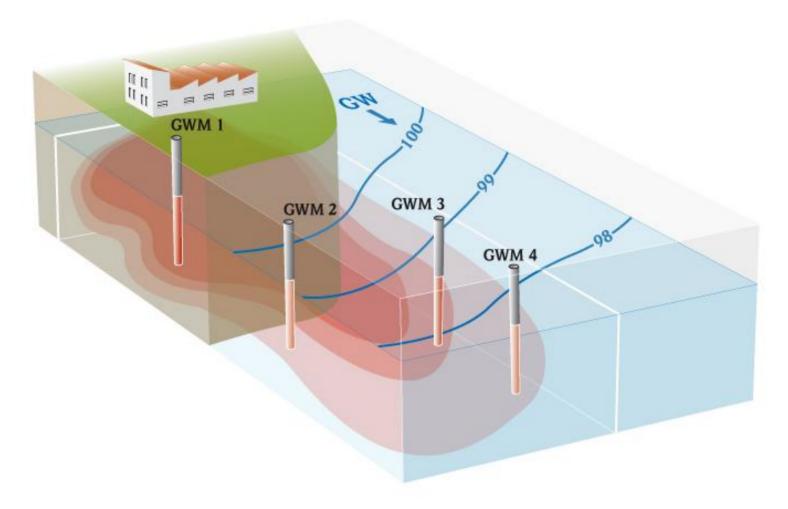


Bezeichnung des Schadensfalls				nar-Beisp	oiel-Schaden	Marketine Street South Control
Schadstoff Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	LHKW 20			
			0	2	3	
Stromröhre Nr. Bezeichnung der Stromröhre/Messstell	e					Quelle der Daten
Mittlere Konzentration Maximale Konzentration	c _{mittel}	μg/l μg/l				
Breite der Stromröhre/Fahne Höhe der Stromröhre/Fahne Länge der Stromröhre/Fahne	B H L	m m m				
Durchlässigkeitsbeiwert Hydraulischer Gradient	K _f	m/s -				
Nutzbare Porosität	P*	%				

Abstandsgeschwindigkeit	v a	m/d	V _a = k _f · I · P*/100	0,00
Gelöste Menge im Grundwasser	M_{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit} \cdot L \cdot B \cdot H \cdot$	0,00
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$	0,00

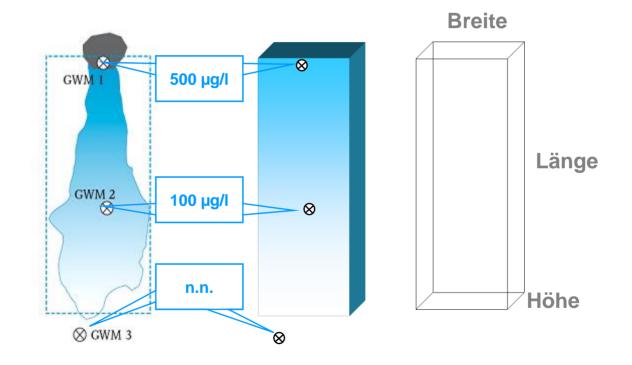
Volumen Schadstoffkörper = Fahnengeometrie (L·B·H)





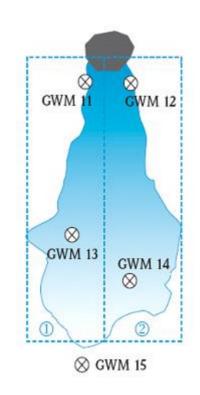
Stromröhren sind rechteckig und parallel zur Fließrichtung.

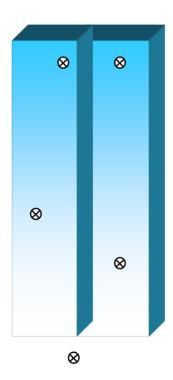




HESSEN

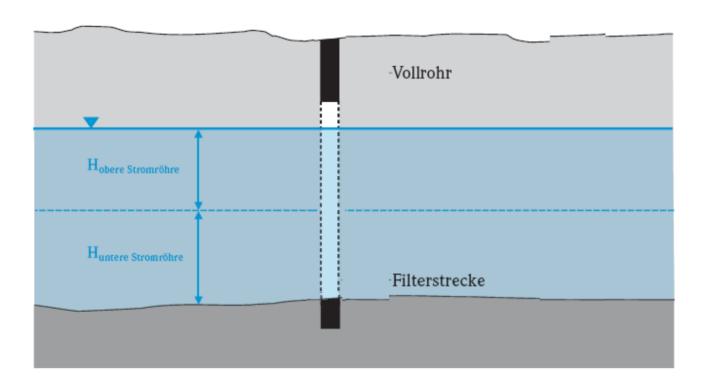
Jede im nahen Abstrom der Quelle liegende Messstelle ist Ausgangspunkt einer Stromröhre.





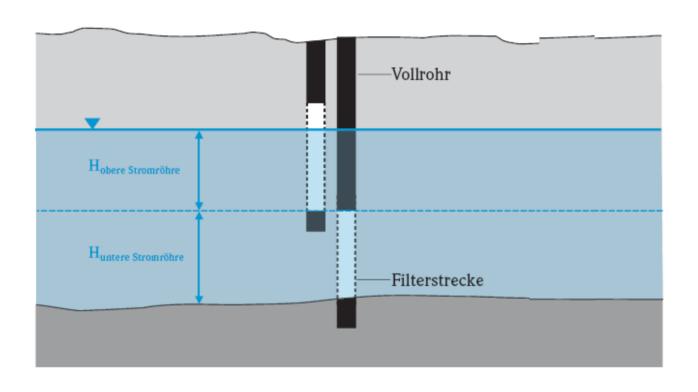
HESSEN

Die Höhe einer Stromröhre richtet sich nach der Grundwassermächtigkeit.



Ist die Messstelle unvollkommen, wird für die Höhe, die Länge der Filterstrecke angenommen.

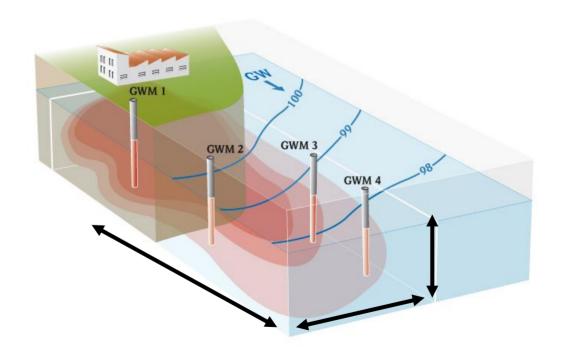




Fallbeispiel

Breite: 75 m Länge: 250 m Höhe: 7 m







Bezeichnung des Schadensfalls Schadstoff			HLUG-Semi LHKW	inar-Beisp	oiel-Schadei	n Kayayasana Samusina
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	20			
Stromröhre Nr. Bezeichnung der Stromröhre/Messste	lle		① GWM1	0	3	Quelle der Daten
Mittlere Konzentration Maximale Konzentration	c _{mittel}	μg/l μg/l				
Breite der Stromröhre/Fahne Höhe der Stromröhre/Fahne Länge der Stromröhre/Fahne	B H L	m m m	75 7 250			Gutachten, S. 42 Gutachten, S. 43 Gutachten, S. 43
Durchlässigkeitsbeiwert Hydraulischer Gradient	k _f	m/s -				
Nutzbare Porosität	P*	%				

Abstandsgeschwindigkeit	V _a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot P^*/100$	0,00
Gelöste Menge im Grundwasser	M _{gel}	kg	M _{gel} = c _{mit} ⋅L⋅B⋅H⋅	0,00
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$	0,00



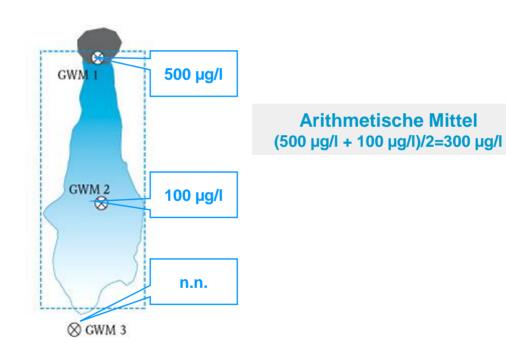
LHKW μg/l 20 © ③ GWM1 Quelle der D	
GWM1 Quelle der D	
	0.134
	Jaten
μg/l μg/l	
m 75 m 7 Gutachten, S m 7 Gutachten, S m 250 Gutachten, S	S. 42 S. 43 S. 43
m/s	
%	
m/s -	Kalifaran da salah da Karamatan da salah salah da salah Karamatan da salah salah salah salah salah salah salah

Abstandsgeschwindigkeit	v _a	m/d	V _a = k _f · I · P*/100	0,00
Gelöste Menge im Grundwasser	M _{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit} \cdot L \cdot B \cdot H$	0,00
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$	0,00

Mittlere Konzentration

Arithmetische Mittel aus den Messwerten der einzelnen Messstellen



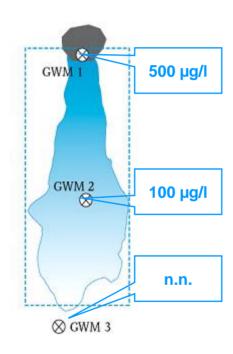


Fallbeispiel Mittlere Konz. = 300 μg/l

Maximale Konzentration

Konzentration an der Messstelle, die die Stromröhre repräsentiert





Fallbeispiel Maximale Konz. = 500 μg/l



Bezeichnung des Schad	ensfalls		HLUG-Sem	inar-Beisp	iel-Schader	1
Schadstoff			LHKW			
Geringfügigkeitsschwellen	wert GFS	μg/l	20			
			0	2	3	
Stromröhre Nr.		4.0	GWM1			
Bezeichnung der Stromröl	nre/Messstelle					Quelle der Daten
Mittlere Konzentration	C _{mittel}	μg/l	300			Gutachten, Anl. 2
Maximale Konzentration	c _{max}		500		N	Gutachten, Anl. 2
Company of the Company of the Company	The same of the same		September 1		STATE OF THE PARTY	Name of the Party
Breite der Stromröhre/Fah	The second secon	m	75			Gutachten, S. 42
Höhe der Stromröhre/Fah	ne H	m	7			Gutachten, S. 43
Länge der Stromröhre/Fah	nne	m	250			Gutachten, S. 43
Durchlässigkeitsbeiwert	k_{f}	m/s			No.	
Hydraulischer Gradient						
	D*		Construction of	NEW WAR	al marketine	nest purcease assure and the
Nutzbare Porosität	P*	%				
			SERVICE RESIDENCE			

Abstandsgeschwindigkeit	v _a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot P^*/100$	0,00
Gelöste Menge im Grundwasser	M _{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit} \cdot L \cdot B \cdot H \cdot$	0,00
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_max$	0,00



Bezeichnung des Schadensfalls			HLUG-Semi	inar-Beisp	iel-Schadeı	1
Schadstoff			LHKW			
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	20			
			①	2	3	
Stromröhre Nr.			GWM1			
Bezeichnung der Stromröhre/Messstel	le					Quelle der Daten
Mittlere Konzentration	C _{mittel}	μg/l	300			Gutachten, Anl. 2
Maximale Konzentration	c _{max}	μg/l	500			Gutachten, Anl. 2
Breite der Stromröhre/Fahne	В	m	75	(CERTAPPA)	STANSANCE.	Gutachten, S. 42
Höhe der Stromröhre/Fahne	H	m	7			Gutachten, S. 43
Länge der Stromröhre/Fahne	L	m	250			Gutachten, S. 43
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_{\rm f}$	m/s			i i	and have and mark and and
Hydraulischer Gradient						
Nutzbare Porosität	P*	%				neighburenenensensensennen
				GARANTE CONTRACT		

Abstandsgeschwindigkeit	V a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot P^*/100$	0,00
Gelöste Menge im Grundwasser	M _{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit} \cdot L \cdot B \cdot H$	0,00
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$	0,00

Nutzbare Porosität

Quotient aus dem Volumen der vom Grundwasser durchfließbaren Hohlräume und dessen Gesamtvolumens



$$P^* = (V_p - V_h) / V_g$$

P* = nutzbare Porosität

Vp = Porenvolumen

Vh = Haftwasservolumen

Vg = Gesamtvolumen



Nutzbare Porosität

Korngemisch

i

60% Sand 30% Schluff 10% Ton

$$P^* = (V_p - V_h) / V_g$$

P* = nutzbare Porosität

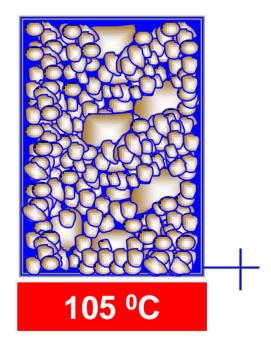
 $Vg = Gesamtvolumen = 1 m^3 = 100\%$

Vp = Porenvolumen = 400 I = 40 %

Vh = Haftwasservolumen = 200 I = 20%



400 Liter



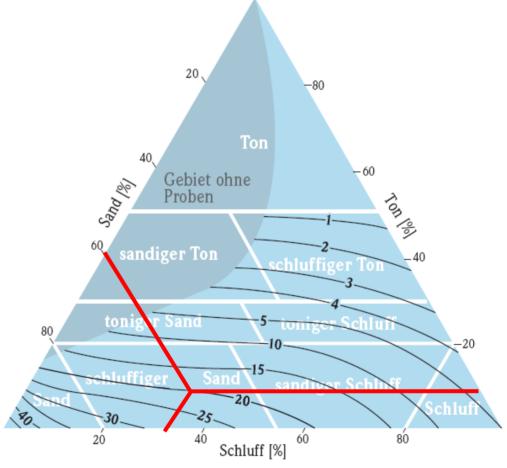
200 Liter

Nutzbare Porosität

Korngemisch

60% Sand 30% Schluff 10% Ton







Bezeichnung des Schadensfalls			HLUG-Sem	inar-Beisp	iel-Schadeı	1
Schadstoff			LHKW			
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	20			
			0	2	3	
Stromröhre Nr.			GWM1			
Bezeichnung der Stromröhre/Messste	elle					Quelle der Daten
Mittlere Konzentration	c _{mittel}	μg/l	300			Gutachten, Anl. 2
Maximale Konzentration	c _{max}	μg/l	500			Gutachten, Anl. 2
Breite der Stromröhre/Fahne	В	m	75	(Cital No Phile		Gutachten, S. 42
Höhe der Stromröhre/Fahne	H	m	7			Gutachten, S. 43
Länge der Stromröhre/Fahne	TO CONTRACT OF THE PARTY OF THE	m	250			Gutachten, S. 43
Durchlässigkeitsbeiwert	k _f	m/s				
Hydraulischer Gradient	I					
Nutzbare Porosität	P*	%	20			Gutachten, S. 127

Abstandsgeschwindigkeit	V _a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot P^*/100$	0,00
Gelöste Menge im Grundwasser	M _{gel}	kg	M _{gel} = c _{mit} ⋅L⋅B⋅H⋅	0,00
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$	0,00



Bezeichnung des Schadensfalls Schadstoff			HLUG-Semi LHKW	i <mark>nar-Beisp</mark>	iel-Schaden	en system et en page
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	20			
			0	2	3	
Stromröhre Nr.			GWM1			
Bezeichnung der Stromröhre/Messstelle						Quelle der Daten
Mittlere Konzentration	C _{mittel}	μg/l	300			Gutachten, Anl. 2
	c _{max}	μg/l	500			Gutachten, Anl. 2
Breite der Stromröhre/Fahne	В	m	75	(CENTRAL)	Simmunan	Gutachten, S. 42
Höhe der Stromröhre/Fahne	Н	m	7			Gutachten, S. 43
Länge der Stromröhre/Fahne	L	m	250			Gutachten, S. 43
Durchlässigkeitsbeiwert	k _f	m/s			The second second	
Hydraulischer Gradient	Ī					
Nutzbare Porosität	P*	%	20			Gutachten, S. 127
	3333					

Abstandsgeschwindigkeit	V a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot P^*/100$	0,00
Gelöste Menge im Grundwasser	M _{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit} \cdot L \cdot B \cdot H$	0,00
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$	0,00

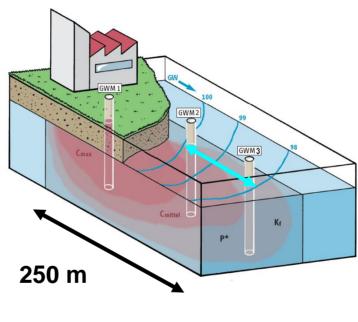
Hydraulischer Gradient

Das Grundwassergefälle hat keine Einheit und wird als Dezimalzahl angegeben.



Fallbeispiel

Länge: 250 m



2 m

I = 2 m / 115 m = 0,0175



Bezeichnung des Schadensfalls			HLUG-Sem	inar-Beisp	iel-Schadei	1
Schadstoff			LHKW			
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	20			
			0	2	3	
Stromröhre Nr.			GWM1			
Bezeichnung der Stromröhre/Messst	elle					Quelle der Daten
Mittlere Konzentration	c _{mittel}	μg/l	300			Gutachten, Anl. 2
Maximale Konzentration	c _{max}	μg/l	500			Gutachten, Anl. 2
Breite der Stromröhre/Fahne	В	m	75			Gutachten, S. 42
Höhe der Stromröhre/Fahne	H	m	7			Gutachten, S. 43
Länge der Stromröhre/Fahne		m	250			Gutachten, S. 43
Durchlässigkeitsbeiwert	k _f	m/s				
Hydraulischer Gradient	I		0,0175	Washington of	A	Gutachten, Anl. 2
Nutzbare Porosität	P*	%	20	A DAY OF THE PARTY		Gutachten, S. 127

Abstandsgeschwindigkeit	V a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot P^*/100$	0,00
Gelöste Menge im Grundwasser	M _{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit} \cdot L \cdot B \cdot H$	0,00
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$	0,00



Bezeichnung des Schadensfalls			HLUG-Sem	inar-Beispi	iel-Schadei	7
Schadstoff Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	μg/l	LHKW 20			
Ctanana il na Nin			① CM/444	2	3	
Stromröhre Nr. Bezeichnung der Stromröhre/Messstell	e		GWM1			Quelle der Daten
Mittlere Konzentration	C _{mittel}	μg/l	300			Gutachten, Anl. 2
Maximale Konzentration	c _{max}	μg/l	500			Gutachten, Anl. 2
Breite der Stromröhre/Fahne	В	m	75	4.5 (4) 100 - 1/15		Gutachten, S. 42
Höhe der Stromröhre/Fahne	H	m -	7			Gutachten, S. 43
Länge der Stromröhre/Fahne		m	250			Gutachten, S. 43
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_{\rm f}$	m/s				
Hydraulischer Gradient	ı		0,0175	Washington of	A	Gutachten, Anl. 2
Nutzbare Porosität	P*	%	20	A TANANTA		Gutachten, S. 127
	With the Country of t		NAMES OF TAXABLE			

Abstandsgeschwindigkeit	V a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot P^*/100$	0,00
Gelöste Menge im Grundwasser	M _{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit} \cdot L \cdot B \cdot H$	0,00
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$	0,00

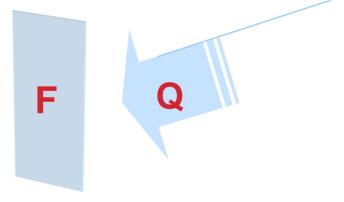
Durchlässigkeitsbeiwert K_f

HESSEN

Die durch eine poröse Gesteinsfläche F [m2] hindurchtretende Wassermenge Q [m3/s] ist proportional zum hydraulischen Gefälle i [m/m],

K_f [m/s] stellt dabei den Proportionalitätsfaktor dar, welcher von den o.g. Eigenschaften abhängt.

$$Q/F = K_f \cdot I$$





Bezeichnung des Schadensfalls Schadstoff			HLUG-Semi LHKW	i <mark>nar-Beispi</mark>	el-Schaden	coverence sympose
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	μg/l	20			
Stromröhre Nr. Bezeichnung der Stromröhre/Messstell	e		© GWM1	2	3	Quelle der Daten
Mittlere Konzentration Maximale Konzentration	c _{mittel}	μg/l μg/l	300 500	/= 120 (Gutachten, Anl. 2 Gutachten, Anl. 2
Breite der Stromröhre/Fahne Höhe der Stromröhre/Fahne Länge der Stromröhre/Fahne	B H L	m m m	75 7 250			Gutachten, S. 42 Gutachten, S. 43 Gutachten, S. 43
Durchlässigkeitsbeiwert Hydraulischer Gradient	k _f	m/s -	0,00005 0,0175			Gutachten, S. 87 Gutachten, Anl. 2
Nutzbare Porosität	P*	%	20			Gutachten, S. 127

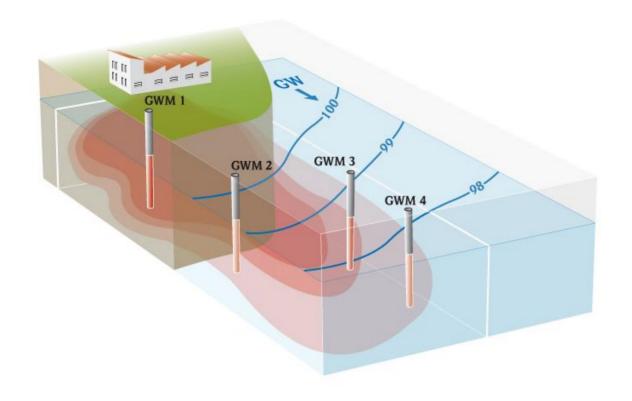
 $K_f = 5 . 10^{-5} \text{ m/s}$

Gutachterliche Beurteilung des Sachverhaltes:

Es liegen nur Ergebnisse einer ersten Beprobung vor. Die Daten sind nicht durch weitere Messungen bestätigt. Eine weitere Probenahme sollte die Daten bestätigen. An der GWM 3 konnte nur eine Schöpfprobe genommen werden. Es wird empfohlen die Messstelle wieder herzustellen. Die Brunnen sind über die gesamte Grundwassermächtigkeit verfiltert. Der Durchlässigkeitsbeiwert für die Stromröhre wurde abgeschätzt. Zur Verifizierung wird ein Pumpversuch empfohlen.

Büro Gutachter 03. Juni 2008





Abstandsgeschwindigkeit	v a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot P^*/100$	0,4	
Gelöste Menge im Grundwasser	M _{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit} \cdot L \cdot B \cdot H \cdot$	7,9	groß
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$	19,8	groß





Bezeichnung des Schadensfalls			Metallware	enfabrik Schi	ot, Offenbac	ch, HAGW 30.08.07
Schadstoff			LHKW			
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	μg/l	20			
			①	2	3	
Stromröhre Nr.						
Bezeichnung der Stromröhre/Messste	lle					Quelle der Daten
Mittlere Konzentration	c _{mittel}	μg/l				
Maximale Konzentration	c _{max}	μg/l				
Breite der Stromröhre/Fahne	В	m				
Höhe der Stromröhre/Fahne	H	m				
Länge der Stromröhre/Fahne	L	m				
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_{\rm f}$	m/s				
Hydraulischer Gradient		-				
Nutzbare Porosität	P*	%				
Abetandegoechwindigkoit	V	m/d	V - k 1	D*/4.00		0.00

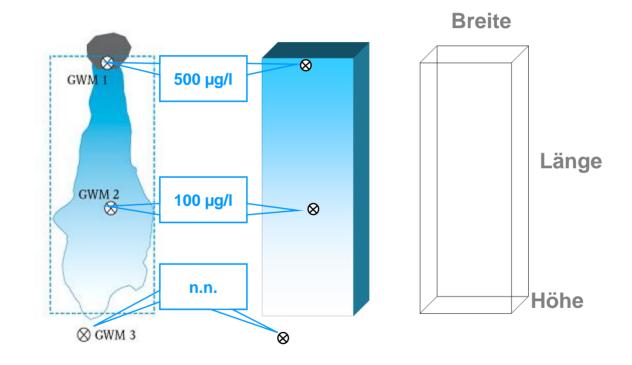
Abstandsgeschwindigkeit	V _a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot P^*/100$	0,00	
Gelöste Menge im Grundwasser	M _{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit} \cdot L \cdot B \cdot H$	0,00	groß
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$	0,00	groß



Bezeichnung des Schadensfalls				nfabrik Schr	ot, Offenba	ch, HAGW,	30.08.07
Schadstoff			LHKW				
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	20				
			①	2	3		
Stromröhre Nr.							
Bezeichnung der Stromröhre/Messstelle						Quelle de	r Daten
Mittlere Konzentration	C _{mittel}	μg/l					
Maximale Konzentration	c _{max}	μg/l					
Breite der Stromröhre/Fahne	В	m					
Höhe der Stromröhre/Fahne	Н	m					
Länge der Stromröhre/Fahne	L	m					
_							
Durchlässigkeitsbeiwert	K _f	m/s					
Hydraulischer Gradient	D*	-					
Nutzbare Porosität	P*	%					
Abstandsgeschwindigkeit	V	m/d	$V_a = k_f \cdot l \cdot$	D*/100		0,00	
Abstandsgeschwindigkeit	V _a	III/U	$\mathbf{v}_{a} = \mathbf{K}_{f} \cdot \mathbf{I} \cdot \mathbf{I}$	F 7100		0,00	
Gelöste Menge im Grundwasser	M _{ael}	kg	$M_{gel} = C_{mit}$	·L·B·H·		0,00	groß
	gei						
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot$	B · H · c _{max}		0,00	groß

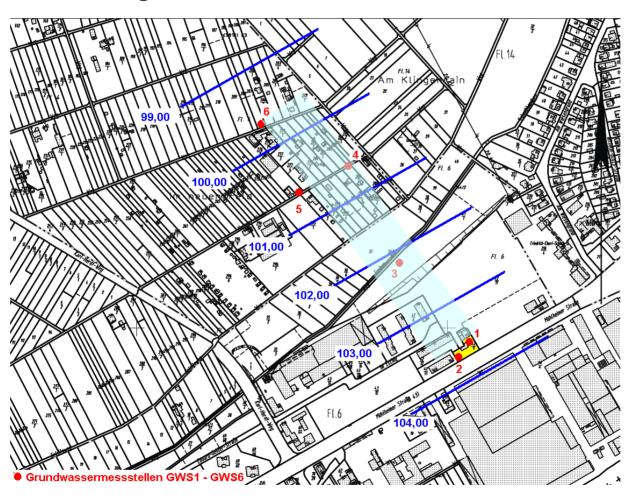
Stromröhren sind rechteckig und parallel zur Fließrichtung.





Stromröhren sind rechteckig und parallel zur Fließrichtung.





1:5.000 1 cm:50 m

L = 8cm (400 m)

B = 1,5 cm (75 m)

H = 11m



Bezeichnung des Schadensfalls Schadstoff			Metallwarenfabrik Schrot, Offenbach, HAGW 30.0				
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	μg/l	20				
			1	2	3		
Stromröhre Nr. Bezeichnung der Stromröhre/Messstelle	e		GWM1			Quelle de	r Daten
Mittlere Konzentration Maximale Konzentration	c _{mittel}	μg/l μg/l					
Breite der Stromröhre/Fahne Höhe der Stromröhre/Fahne Länge der Stromröhre/Fahne	B H L	m m m	75 11 400			GA, S. 11, GA, S. 13 GA, S. 11,	
Durchlässigkeitsbeiwert Hydraulischer Gradient	k _f	m/s -					
Nutzbare Porosität	P*	%					
Abstandsgeschwindigkeit	v a	m/d	$V_a = k_f \cdot l \cdot l$	P*/100		0,00	
Gelöste Menge im Grundwasse	r M _{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit}$	· L · B · H ·		0,00	groß
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot l$	B · H · c _{ma}	х	0,00	groß

X

Mengen und Frachtberechnung

Bezeichnung des Schadensfalls			Metallware	enfabrik Sch	rot, Offenb	ach, HAGW 3	30.08.07
Schadstoff			LHKW				
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	20				
			①	2	3		
Stromröhre Nr.			GWM1	Ü	J		
Bezeichnung der Stromröhre/Messstell	le					Quelle der	Daten
Mittlere Konzentration	c _{mittel}	μg/l					
Maximale Konzentration	c _{max}	μg/l					
Breite der Stromröhre/Fahne	В	m	75				
Höhe der Stromröhre/Fahne	Н	m	11			GA, S. 11, GA, S. 13	Abb. 5
Länge der Stromröhre/Fahne	L	m	400			GA, S. 11,	Abb. 5
	k	m/s					
Durchlässigkeitsbeiwert Hydraulischer Gradient	K _f	-					
·	P*	0.4					
Nutzbare Porosität	•	%					
Abstandsgeschwindigkeit	V _a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot$	P*/100		0,00	
Tis starras governmang None	·a	111/0	a — N	7100		-0,00	
Gelöste Menge im Grundwasse	er M _{gel}	kg	M = C	·L·B·H·		0,00	groß
Solosto mongo im Stanawasso	ivi gel	ı.g	gel — omit			0,00	3. 0.10

Е

g/d

 $E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$

0,00

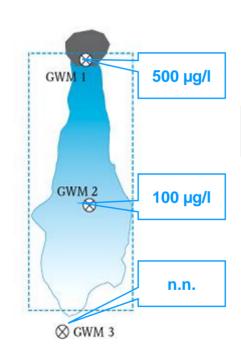
groß

Fracht im Grundwasser

Mittlere Konzentration

Arithmetische Mittel aus den Messwerten der einzelnen Messstellen



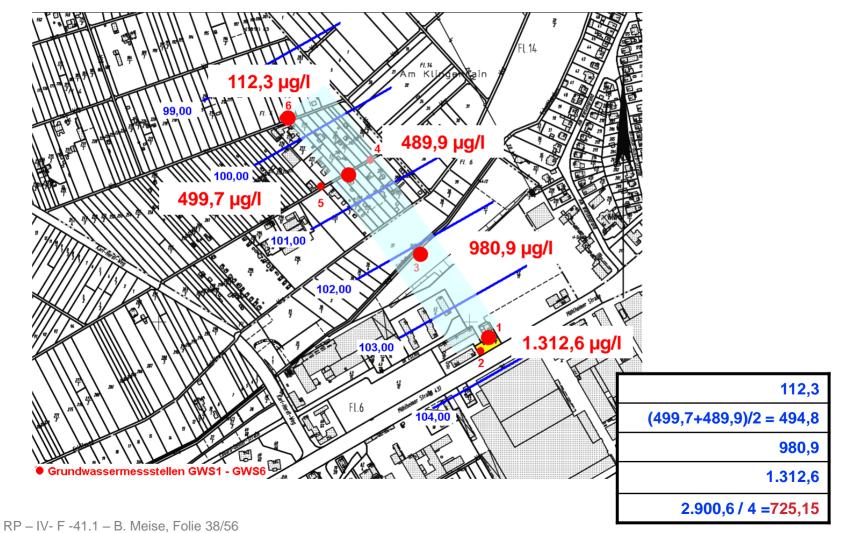


Arithmetische Mittel (500 µg/l + 100 µg/l)/2=300 µg/l

Mittlere Konzentration

Arithmetische Mittel aus den Messwerten der einzelnen Messstellen

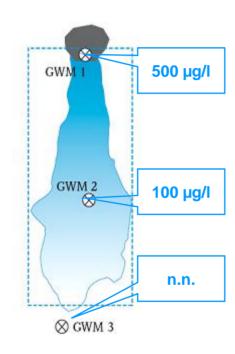




Maximale Konzentration

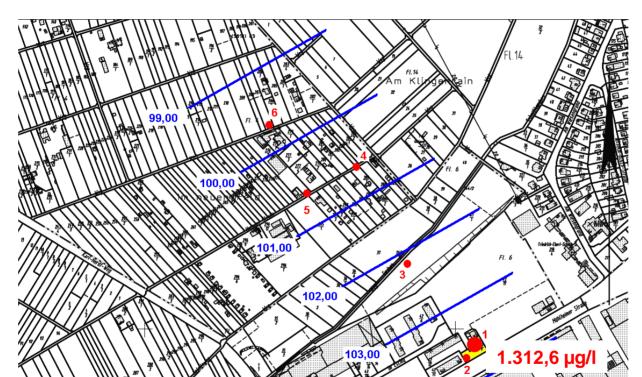
Konzentration an der Messstelle, die die Stromröhre repräsentiert





Maximale Konzentration

Konzentration an der Messstelle, die die Stromröhre repräsentiert







Bezeichnung des Schadensfalls				nfabrik Sc	hrot, Offen	bach, HAGW	30.08.07
Schadstoff Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	LHKW 20				
			①	2	3		
Stromröhre Nr. Bezeichnung der Stromröhre/Messste	elle		GWM1			Quelle de	r Daten
Mittlere Konzentration Maximale Konzentration	c _{mittel}	μg/l μg/l	725,15 1.312,6			GA, S. 12, GA, S. 13	
Breite der Stromröhre/Fahne Höhe der Stromröhre/Fahne Länge der Stromröhre/Fahne	B H L	m m m	75 11 400			GA, S. 11, GA, S. 13 GA, S. 11,	
Durchlässigkeitsbeiwert Hydraulischer Gradient	k _f	m/s -					
Nutzbare Porosität	P*	%					
Abstandsgeschwindigkeit	V a	m/d	$V_a = k_f \cdot l \cdot l$	P*/100		0,00	
Gelöste Menge im Grundwass	ser M _{gel}	kg	$M_{gel} = C_{mit}$	· L · B · H		0,00	groß

Ε

g/d

 $E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$

0,00

groß

Fracht im Grundwasser



Bezeichnung des Schadensfalls			Metallware	enfabrik Schi	ot, Offenbac	ch, HAGW 30.08.07
Schadstoff			LHKW			
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	20			
			(1)	2)	3	
Stromröhre Nr.			GWM1	_		
Bezeichnung der Stromröhre/Messstel	le					Quelle der Daten
Mittlere Konzentration	c _{mittel}	μg/l	725,15			GA, S. 12, Abb. 7
Maximale Konzentration	c _{max}	μg/l	1.312,6			GA, S. 13
Breite der Stromröhre/Fahne	В	m	75			GA, S. 11, Abb. 5
Höhe der Stromröhre/Fahne	H	m	11			GA, S. 13
Länge der Stromröhre/Fahne	L	m	400			GA, S. 11, Abb. 5
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_{\rm f}$	m/s				
Hydraulischer Gradient	1	-				
Nutzbare Porosität	P*	%				

Abstandsgeschwindigkeit	v a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot P^*/100$	0,00	
Gelöste Menge im Grundwasser	M _{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit} \cdot L \cdot B \cdot H \cdot$	0,00	groß
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$	0,00	groß

Quotient aus dem Volumen der vom Grundwasser durchfließbaren Hohlräume und dessen Gesamtvolumens



$$P^* = (V_p - V_h) / V_g$$

P* = nutzbare Porosität

Vp = Porenvolumen

Vh = Haftwasservolumen

Vg = Gesamtvolumen



Korngemisch

i

60% Sand 30% Schluff 10% Ton

$$P^* = (V_p - V_h) / V_g$$

P* = nutzbare Porosität

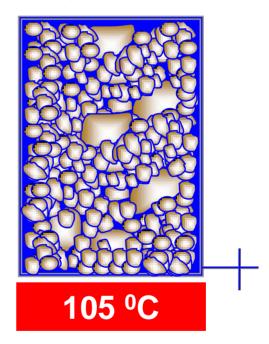
 $Vg = Gesamtvolumen = 1 m^3 = 100\%$

Vp = Porenvolumen = 400 I = 40 %

Vh = Haftwasservolumen = 200 I = 20%



400 Liter

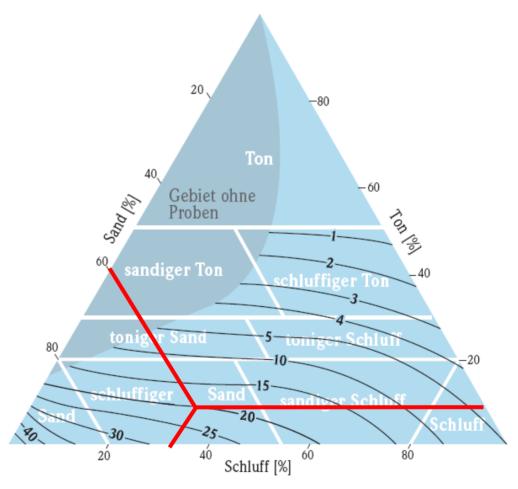


200 Liter

Korngemisch

60% Sand 30% Schluff **10% Ton**





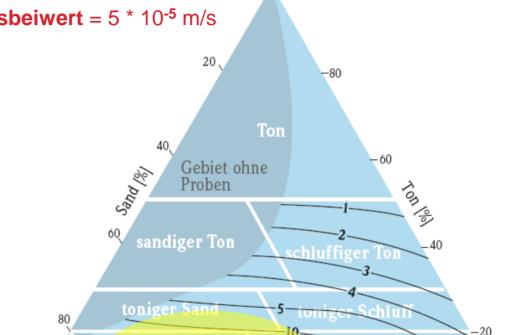
Korngemisch: ?

Transmissivität = 3 * 10⁻⁴ m²/s

Durchlässigkeitsbeiwert = 5 * 10⁻⁵ m/s

20

10 / 20 / 30



Schluff [%]

HESSEN



Bezeichnung des Schadensfalls Schadstoff			Metallware	nfabrik Schi	ot, Offenb	oach, HAGW	30.08.07
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	20				
0. "			1	2	3		
Stromröhre Nr. Bezeichnung der Stromröhre/Messstel	lle		GWM1			Quelle de	er Daten
Mittlere Konzentration Maximale Konzentration	c _{mittel}	μg/l μg/l	725,15 1.312,6			GA, S. 12, GA, S. 13	Abb. 7
Breite der Stromröhre/Fahne Höhe der Stromröhre/Fahne Länge der Stromröhre/Fahne	B H L	m m m	75 11 400			GA, S. 11 GA, S. 13 GA, S. 11	
Durchlässigkeitsbeiwert Hydraulischer Gradient	k _f	m/s -					
Nutzbare Porosität	P*	%	20			Schätzw	ert_1
Abstandsgeschwindigkeit	V a	m/d	$V_a = k_f \cdot l \cdot l$	P*/100		0,00	
Gelöste Menge im Grundwass	er M _{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit}$	L - B - H -		0,00	groß
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot \cdot $	B · H · c _{max}		0,00	groß



Bezeichnung des Schadensfalls				nfabrik Schr	ot, Offenk	oach, HAGW	30.08.07
Schadstoff Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	LHKW 20				
Comigragigionoconwonerwork	010	м9/1	①	2	3		
Stromröhre Nr.			GWM1				
Bezeichnung der Stromröhre/Messstel	le					Quelle de	r Daten
Mittlere Konzentration	c _{mittel}	μg/l	<i>7</i> 25,15			GA, S. 12,	Abb. 7
Maximale Konzentration	c _{max}	μg/l	1.312,6			GA, S. 13	
Breite der Stromröhre/Fahne	В	m	<i>7</i> 5			GA, S. 11,	Abb 5
Höhe der Stromröhre/Fahne	Н	m	11			GA, S. 11,	
Länge der Stromröhre/Fahne	L	m	400			GA, S. 11,	Abb. 5
Durchlässigkeitsbeiwert	k_{f}	m/s					
Hydraulischer Gradient	I	-					
Nutzbare Porosität	P*	%	20			Schätzwe	ert_1
Abstandsgeschwindigkeit	V a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot I$	P*/100		0,00	
Gelöste Menge im Grundwasse	er M _{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit}$	· L · B · H ·		0,00	groß
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot l \cdot$	B · H · c _{max}		0,00	groß

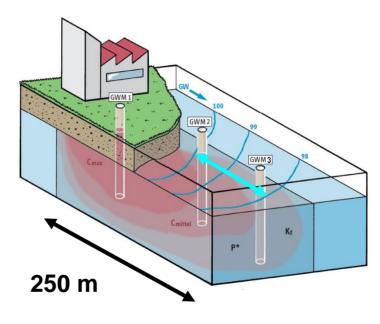
Hydraulischer Gradient

Das Grundwassergefälle hat keine Einheit und wird als Dezimalzahl angegeben.



Fallbeispiel

Länge: 250 m



2 m

I = 2 m / 115 m = 0,0175

Hydraulischer Gradient

HESSEN

Das Grundwassergefälle hat keine Einheit und wird als Dezimalzahl angegeben.

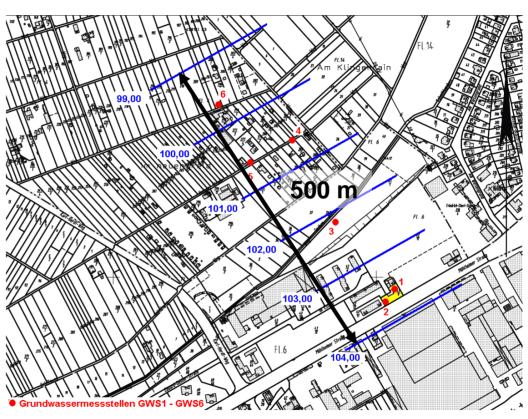
Fallbeispiel

Länge: 500 m

Gefälle: 5m

(104,00m-99,00m)

5 m _____



I = 5 m / 500 m = 0.01



Bezeichnung des Schadensfalls Schadstoff			Metallware LHKW	nfabrik Schr	ot, Offenba	ch, HAGW 30.08.07
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	20			
			①	2	3	
Stromröhre Nr.	اام		GWM1			
Bezeichnung der Stromröhre/Messstel	ile					Quelle der Daten
Mittlere Konzentration	c _{mittel}	μg/l	725,15			GA, S. 12, Abb. 7
Maximale Konzentration	c _{max}	μg/l	1.312,6			GA, S. 13
Breite der Stromröhre/Fahne	В	m	75			GA, S. 11, Abb. 5
Höhe der Stromröhre/Fahne	H	m	11			GA, S. 13
Länge der Stromröhre/Fahne	L	m	400			GA, S. 11, Abb. 5
Durchlässigkeitsbeiwert	k_{f}	m/s				
Hydraulischer Gradient		-	0,01			GA, S. 13, Abb. 7
Nutzbare Porosität	P*	%	20			Schätzwert_1
Abstandsgeschwindigkeit	V a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot I$	P*/100		0,00

 $M_{gel} = C_{mit} \cdot L \cdot B \cdot H$

 $E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$

0,00

0,00

groß

groß

M_{gel}

Ε

kg

g/d

Gelöste Menge im Grundwasser

Fracht im Grundwasser



Bezeichnung des Schadensfalls			Metallware	nfabrik Schr	ot, Offenba	ch, HAGW 30.08.07
Schadstoff			LHKW			
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	µg/l	20			
			①	2	3	
Stromröhre Nr.			GWM1			
Bezeichnung der Stromröhre/Messstel	le					Quelle der Daten
Mittlere Konzentration	c _{mittel}	μg/l	725,15			GA, S. 12, Abb. 7
Maximale Konzentration	c _{max}	μg/l	1.312,6			GA, S. 13
Breite der Stromröhre/Fahne	В	m	75			CA C 44 Abb 5
Höhe der Stromröhre/Fahne	Н	m	11			GA, S. 11, Abb. 5 GA, S. 13
Länge der Stromröhre/Fahne	L	m	400			GA, S. 11, Abb. 5
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_{\rm f}$	m/s				
Hydraulischer Gradient		-	0,01			GA, S. 13, Abb. 7
Nutzbare Porosität	P*	%	20			Schätzwert_1

Abstandsge	schwindigkeit	V _a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot P^*/100$	0,00	
Gelöste Me	nge im Grundwasser	M_{gel}	kg	$M_{gel} = c_{mit} \cdot L \cdot B \cdot H \cdot$	0,00	groß
Fracht im C	Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot B \cdot H \cdot c_{max}$	0,00	groß

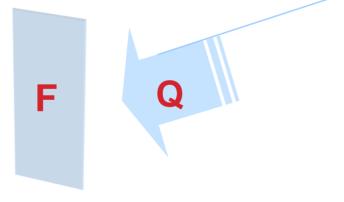
Durchlässigkeitsbeiwert K_f

HESSEN

Die durch eine poröse Gesteinsfläche F [m2] hindurch tretende Wassermenge Q [m3/s] ist proportional zum hydraulischen Gefälle i [m/m],

K_f [m/s] stellt dabei den Proportionalitätsfaktor dar, welcher von den o.g. Eigenschaften abhängt.

$$Q/F = K_f \cdot I$$





Bezeichnung des Schadensfalls Schadstoff			Metallware LHKW	nfabrik Schi	rot, Offen	bach, HAGW	30.08.07
Geringfügigkeitsschwellenwert	GFS	μg/l	20				
			①	2	3		
Stromröhre Nr. Bezeichnung der Stromröhre/Messste	lle		GWM1			Quelle de	r Daten
Mittlere Konzentration Maximale Konzentration	c _{mittel}	μg/l μg/l	725,15 1.312,6			GA, S. 12, A GA, S. 13	
Breite der Stromröhre/Fahne Höhe der Stromröhre/Fahne Länge der Stromröhre/Fahne	B H L	m m m	75 11 400			GA, S. 11, GA, S. 13 GA, S. 11,	
Durchlässigkeitsbeiwert Hydraulischer Gradient	k _f	m/s -	0,00005 0,01			GA, S. 13 GA, S. 13,	Abb. 7
Nutzbare Porosität	P*	%	20			Schätzwe	rt_1
	K	_r = 5 . 1	10 ⁻⁵ m/s				
Abstandsgeschwindigkeit	v _a	m/d	$V_a = k_f \cdot I \cdot$	P*/100			
Gelöste Menge im Grundwass	er M _{gel}	kg	M _{gel} = c _{mit}	· L · B · H ·		47,9 Kg	groß
Fracht im Grundwasser	Е	g/d	$E = k_f \cdot I \cdot$	B · H · c _{max}	(46,8 g/d	groß





Transmissivität



Die **Transmissivität** ist als Produkt aus Durchlässigkeitsbeiwert kf und der Mächtigkeit M der Wasser führenden Boden- oder Gesteinsschichten (<u>Aquifer</u>) definiert:

Transmissivität = $K_f * M [m^2/s]$

zurück