

Staugürtel VI - Neue Spree - Schlitzpass-Bemessung nach DWA-M 509

1. Ausgabedaten					
1	2	3	4	5	
[Berechnungsdaten]	[Symbol]	[Einheit]	[Ergebnis]	[Bemerkungen]	
Leitbild Gewässer					
1	LAWA-Gewässertyp	künstl. 14/15/19			
2	Gewässerregion	Tiefenlandbarbenregion i.Ü Bleiregion			
3	Dimensionierungsart	Hecht/Brachse	größte vorkommende Fischart		
Abmessung Schlitzpass					
Bild 257 a) hakenförmiger Leitwand b) einfache Leitwand			Bild 260 schematischer Längsschnitt		
4	Schlitzbreite	s	[m]	0,40	Tabelle 15, Tabelle 43, Tabelle 44 (Mindestanforderungen Hecht/Brachse erfüllt)
5	Beckenlänge	$l_b = x \cdot s$	[m]	3,25	Tabelle 15, Tabelle 43, Tabelle 44 (Mindestanforderungen Hecht/Brachse erfüllt)
6	Beckenbreite	b	[m]	2,45	$b = l_b \cdot 3/4$ (Mindestanforderungen Hecht/Brachse erfüllt)
7	min. Beckentiefe	$h_{u,min}$	[m]	0,61	Tabelle 43 (Mindestanforderung Hecht = 0,80 m/ Brachse = 0,90 m)
8	Wasserstands-differenz zw. Becken	Δh_{gew}	[m]	0,09	in Abhängigkeit von Zeile [1] unter Berücksichtigung 2.10
9	Trennwanddicke	d	[m]	0,10	gewählt (typische Bohlendicke)
10	Leitwandlänge inkl. Trennwanddicke	$c = x \cdot s$	[m]	0,50	Tabelle 44
11	Versatzmaß	$a = x \cdot s$	[m]	0,20	Tabelle 44
12	Breite des Umlenkblockes	$b_u = x \cdot s$	[m]	0,40	Tabelle 44
13	Abstand Leitwand - Schlitz	$g = x \cdot s$	[m]	0,20	Tabelle 44
Hydraulische Randbedingungen					
14	unterer Funktionsabfluss	Q_{30}	[m³/s]	0,30	
15	oberer Funktionsabfluss	Q_{330}	[m³/s]	0,40	über FAA konstant 0,30 m³/s
16	Oberwasserstand bei Q_{30}	$h_{ow,Q30}$	[m NHN]	51,10	Stauziel
17	max. Oberwasserstand	$h_{ow,Q330}$	[m NHN]	51,10	
18	Unterwasserstand bei Q_{30}	$h_{uw,Q30}$	[m NHN]	50,74	
19	Unterwasserstand bei Q_{330}	$h_{uw,Q330}$	[m NHN]	50,74	
20	Sohlhöhe UW		[m NHN]	50,13	unterhalb der FAA
21	Sohlhöhe Trennwand OW		[mNHN]	50,40	oberste Trennwand der FAA
22	Wichte d. Wasser	γ	[N/m³]	1000	
23	Beckenzahl	n	[-]	3	$= (h_{ow,Q30} - h_{uw,Q30}) / \Delta h_{bem} - 1$
24	Beckenzahl gewählt	n_B	[-]	3	
25	Anzahl der Trennwände	n_T	[-]	4	$= n_B + 1$
26	Maximales Gefälle	l	[-]	0,03	$= \Delta h_{gew} / l_B$

Staugürtel VI - Neue Spree - Schlitzpass-Bemessung nach DWA-M 509

2. Berechnung					
Hydraulische Bemessung					
	1	2	3	4	5
	[Berechnungsdaten]	[Symbol]	[Einheit]	[Ergebnis]	[Bemerkungen]
1	Wassertiefen				Die Wassertiefe im Schlitzpass muss so groß gewählt werden, dass es im Schlitz nicht zum schießenden Abfluss kommt. Dies ist gewährleistet wenn $h_u > h_{gr}$ oder $v_{max} > v_{gr}$. Bei den üblichen Abflussbeiwerten ist dies gesichert, wenn die Bedingungen $h_u > 0,67 \cdot h_o$ und $h_o > 3 \cdot \Delta h$ eingehalten sind.
2	Bedingung $h_{u,min} > 0,67 \cdot h_o$	0,61	>	0,47	✓
3	Bedingung $h_o > 3 \cdot \Delta h$	0,70	>	0,27	✓
4	Fließgeschwindigkeiten				Die Fließgeschwindigkeiten im Schlitzpass müssen kleiner sein, als die Bemessungsgeschwindigkeit. Die ungünstigsten Betriebszustände treten bei Normalstau im OW und beim Unterwasserstand von W_{30} auf. Die Bedingung $v_{max} < v_{bem}$ muss erfüllt sein.
5	Grenzwert der Fließgeschwindigkeit	v_{gren}	[m/s]	1,70	Tabelle 17
6	Betrieblicher Sicherheitsbeiwert	S_b	[-]	0,95	s. Seite 196
7	Sicherheitsbeiwert für Fließgeschwindigkeiten	S_v	[-]	0,95	s. Seite 196
8	Bemessungsgeschwindigkeit	v_{bem}	[m/s]	1,53	$= v_{gren} \cdot S_b \cdot S_v$
9	Bemessungshöhendifferenz zwischen den Becken	Δh_{bem}	[m]	0,12	$= v_{bem}^2 / 2 \cdot g$
10	Bedingung $\Delta h_{gew} < \Delta h_{bem}$	0,09	<	0,12	✓
11	max. Fließgeschwindigkeit im Bereich der Schlitz	v_{max}	[m/s]	1,33	$= (2 \cdot g \cdot \Delta h)^{1/2}$, bei Vernachlässigung der Anströmgeschwindigkeit
12	Bedingung $v_{max} < v_{bem}$	1,33	<	1,53	✓
13	Abfluss	Leistungsdichte			Die Abflussberechnung und die Leistungsdichte kann bei unterschiedlichen Ober- bzw. Unterwasserständen nur iterativ erfolgen. Bei kaum wechselnden Wasserständen gilt das Stauziel im OW und der Q_{30} -Wasserstand im UW als Bemessungsgröße. Für diesen Fall kann der Nachweis nach Zeile 21 beendet werden.
	$Q = \mu_v \cdot s \cdot \sqrt{g} \cdot h_o^{\frac{3}{2}}$	$p_D = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h}{l_b \cdot h_m \cdot b} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h}{(l_B - d) \cdot h_m \cdot b}$			
14	Verhältnis h_u/h_o	h_u/h_o	[-]	0,87	
15	Abflussbeiwert für strömungsdissipierende Verhältnisse	μ_v	[-]	0,41	$\mu_v = 0,59 \cdot \left(1 - \left[\frac{h_u}{h_o}\right]^{4,5}\right)^{0,48}$
16	Abfluss	Q	[m³/s]	0,30	$= \mu_v \cdot s \cdot g^{0,5} \cdot h_o^{1,5}$
17	Grenzwert der Leistungsdichte	$p_{D,grenz}$	[W/m³]	100,00	Tabelle 21
18	Sicherheitsbeiwert für Leistungsdichte	S_p	[-]	0,90	bei allen Anlagen
19	Bemessungswert Leistungsdichte	$p_{D,bem}$	[W/m³]	90,00	$= p_{D,grenz} \cdot S_p$
20	Leistungsdichte	p_D	[W/m³]	50,57	$(\rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h) / (l_b \cdot h_m \cdot b)$
21	Bedingung $p_D < p_{D,bem}$	50,57	<	90,00	✓

Schlitzpass - Bemessung nach DWA-M 509

3. Berechnung (Iteration) bei $h_{uw,Q30}$ und maximalem Oberwasserspiegel ($h_{ow,Q330}$)

Trennwand Nr.		1	2	3	4	
1	Höhe der Sohle im Schlitz [mNHN]	50,13	50,22	50,31	50,40	
2	h_u [m]	0,61	0,61	0,61	0,61	
3	h_o [m]	0,70	0,70	0,70	0,70	
4	Δh [m]	0,09	0,09	0,09	0,09	
5	v_{max} [m/s]	1,33	1,33	1,33	1,33	
6	Wasserstand im Becken [mNHN]	50,74	50,83	50,92	51,01	51,10
7	p_D [W/m ³]	---	50,57	50,57	50,57	50,57

Bedingung (Fließgeschwindigkeit)	$1,33 < 1,53$ [m/s]	✓
Bedingung (Leitströmung)	$1,33 > 1,00$ [m/s]	✓
Bedingung (max. Stauziel)	$51,10 = 51,10$ [m NHN]	✓ Abweichung ist in der Praxis tollerierbar!
Bedingung (Leistungsdichte)	$50,57 < 90,0$ [W/m ³]	✓
Abfluss über FAA	$0,30$ [m ³ /s]	OK!

Nachweis der Filterstabilität nach MAK (BAW)

Nr.	Boden / Filter / Deckschicht	d _{wx}	Wert	Mechanische Filterwirksamkeit			Dyn. hydraulische Filterwirksamkeit					
				U =	d ₆₀ / d ₁₀	vorh. A ₅₀ = D ₅₀ /d ₅₀	zul. A ₅₀ n. BILD 1	D ₅₀ > d ₅₀	D ₁₀ > 2d ₁₀	kf- Wert	Berechnung nach	
			[mm]					[mm]	[mm]	[m/s]		
3	Filter II (FII) Kies 4/63 grobkörnig	d _{60,FII}	22,000	U _{FII} =	3,67						4,1 x 10 ⁻¹	HAZEN k = 0,0116 x d ₁₀ ²
		d _{50,FII}	18,000									
		d _{10,FII}	6,000									
	Bedingung vorh. A₅₀ < zul. A₅₀											
Bedingung d_{50,FII} > d_{50,FI}												
Bedingung d_{10,FII} > 2 x d_{10,FI}												
4	Deckschicht (D) Wasserbausteine CP 45/125 rechter Körnungsrand	d _{60,D}	100,000	U _D =	2,22							
		d _{50,D}	90,000									
		d _{10,D}	45,000									
	Bedingung vorh. A₅₀ < zul. A₅₀											
Bedingung d_{50,D} > d_{50,FII}												
Bedingung d_{10,D} > 2 x d_{10,FII}												

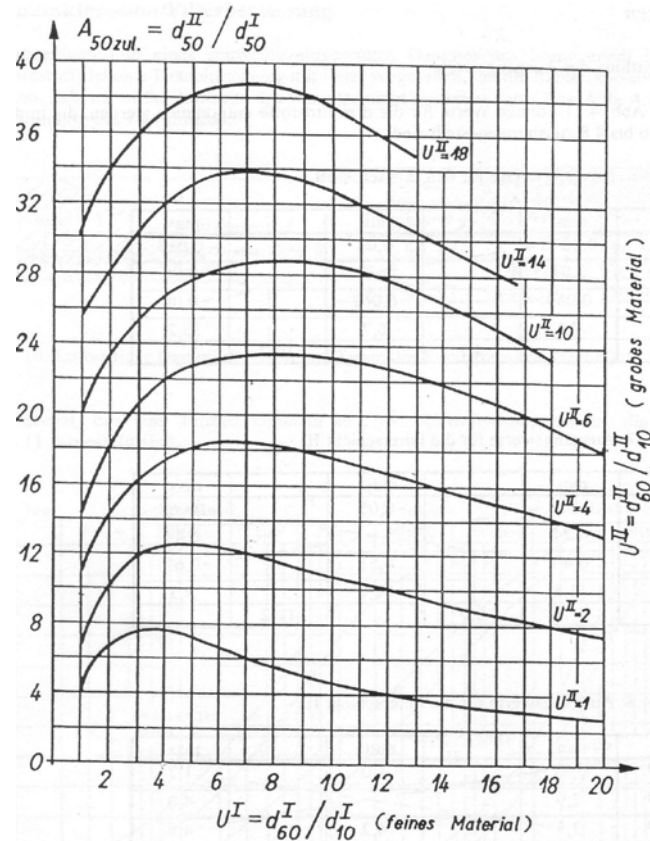
Anlage 1: Bild 1 aus MAK

Anlage 2: Körnungslinien

Nachweis der Filterstabilität nach MAK (BAW)

Bild 1: Diagramm von CISTIN/ZIEMS

Anlage 1

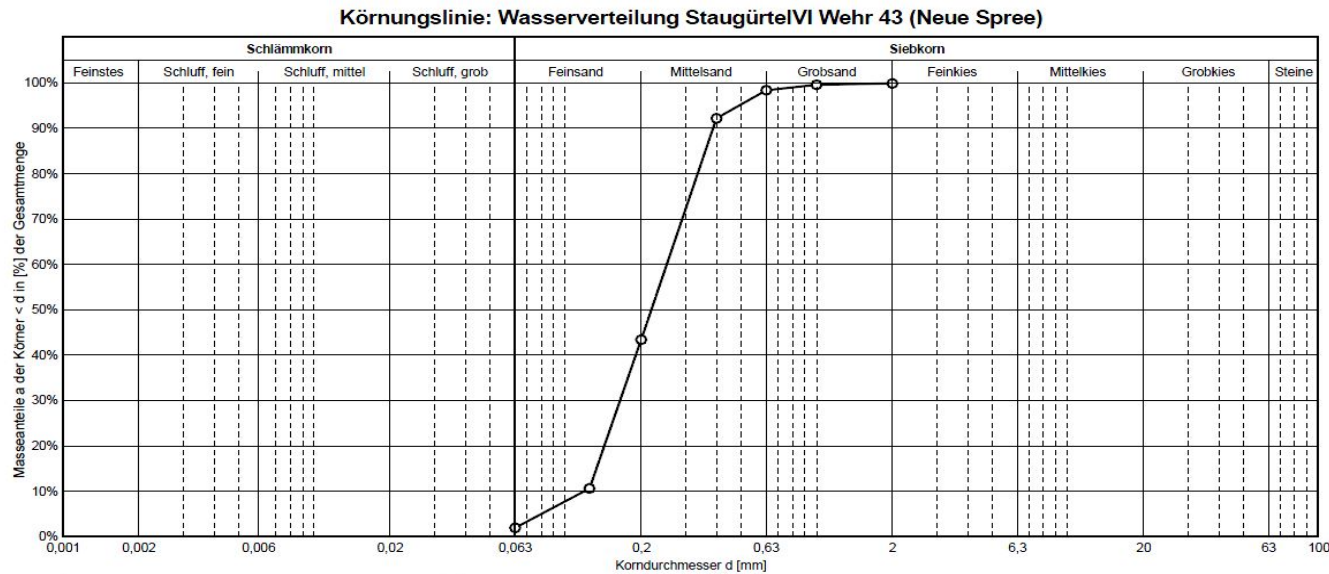


Gültigkeitsbereich:	für Erdstoff:	$0,1 < d_{50,B,I} < 30 \text{ mm}$
	für Filterkörnungen	$4,0 < d_{50F/D} < 100 \text{ mm}$
		(gilt auch für gröbere Kornbereiche) ist gegeben

Gültigkeitskriterien für nichtbindigen Erdstoff	$d_{20,B,I} > 0,006 \text{ mm}$
	$d_{90,B,I} > 0,020 \text{ mm}$
sind erfüllt	

Nachweis der Filterstabilität nach MAK (BAW)

Anlage 2



Siebweite [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang [g]	Siebdurchgang [%]
2.0	8,658	393,42	99,92
1.0	9,697	392,08	99,58
0.63	13,107	387,33	98,38
0.4	32,551	363,14	92,23
0.2	200,808	170,69	43,35
0.125	137,472	41,58	10,56
0.063	42,537	7,40	1,88
0,0	15,754	0,00	0,00

Kornfraktion	Kornanteile [%]
>20,0mm	0,0%
Mittelkies	0,0%
Feinkies	0,1%
Grobsand	1,5%
Mittelsand	55,0%
Feinsand	41,5%
Schluff, grob	1,9%
Schluff, mittel	0,0%
<0,006mm	0,0%

Ungleichförmigkeitszahl $U = d_{60}/d_{10} = 2,22$
 Krümmungszahl $C = (d_{30})^2/(d_{10} \cdot d_{60}) = 0,89$
 Wasserdurchlässigkeit $1,30 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

$d_{10} = 0,12$ $d_{50} = 0,23$
 $d_{15} = 0,14$ $d_{60} = 0,27$
 $d_{30} = 0,17$ $d_{85} = 0,37$

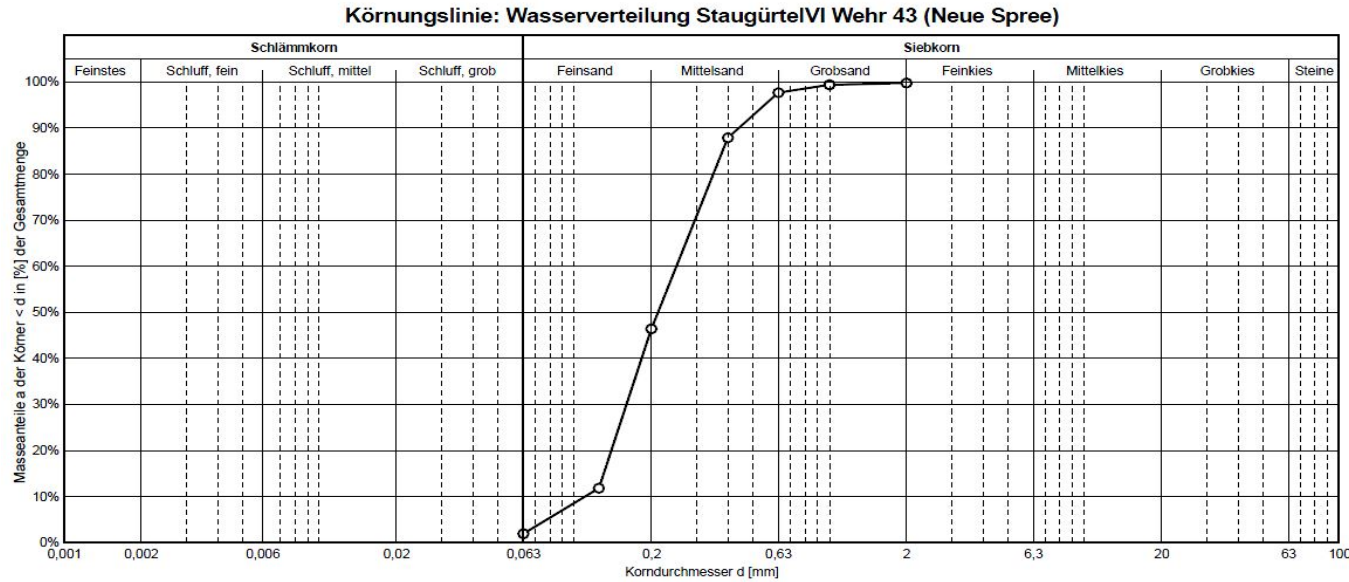


Anlage: 2.4.

Verbesserung Wasserverteilung am Staugürtel VI Neue Spree Wehr 43	
Entnahmestelle:	Standort Wehr 43 Bohrung 1 Probe 1
Bemerkung:	frostsicher F1
Bodenbezeichnung:	Mittelsand, stark feinsandig

Nachweis der Filterstabilität nach MAK (BAW)

Anlage 2



Siebweite [mm]	Siebrückstand [g]	Siebdurchgang		Kornfraktion	Kornanteile [%]
		[g]	[%]		
2,0	6,263	351,03	99,81	>20,0mm	0,0%
1,0	6,992	349,64	99,42	Mittelkies	0,0%
0,63	11,634	343,60	97,70	Feinkies	0,2%
0,4	39,915	309,29	87,94	Grobsand	2,1%
0,2	151,615	163,27	46,43	Mittelsand	51,3%
0,125	127,308	41,57	11,82	Feinsand	44,5%
0,063	40,372	6,79	1,93	Schluff_grob	1,9%
0,0	12,394	0,00	0,00	Schluff_mittel	0,0%
				<0,006mm	0,0%

Ungleichförmigkeitszahl $U = d_{60}/d_{10} = 2,34$
 Krümmungszahl $C = (d_{30})^2/(d_{10} \cdot d_{60}) = 0,90$
 Wasserdurchlässigkeit $1,20 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

$d_{10} = 0,11$ $d_{50} = 0,22$
 $d_{15} = 0,13$ $d_{60} = 0,27$
 $d_{30} = 0,16$ $d_{85} = 0,39$



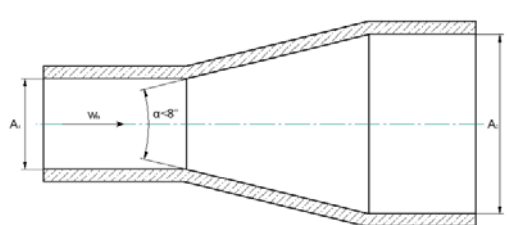
Anlage: 2.4.

Verbesserung Wasserverteilung am Staugürtel VI Neue Spree Wehr 43	
Entnahmestelle:	Standort Wehr 43 Bohrung 2 Probe 1
Bemerkung:	frostsicher F1
Bodenbezeichnung:	Mittelsand, stark feinsandig

Rohrleitung - Berechnungen nach DWA-A 112 (08/2007)

Bypass zur Ableitung der Durchflussdifferenz von $Q=0,1 \text{ m}^3/\text{s}$

runder Fließquerschnitt		x																													
1. Gegebene Daten																															
1	2	3	4	5																											
[Berechnungsdaten]	[Symbol]	[Einheit]	[Ergebnis]	[Bemerkungen]																											
Abmessungen Durchlass																															
1.1	Rauhigkeitsbeiwert	k_{st}	$[\text{m}^{1/3}/\text{s}]$	90,00																											
1.2	Erdbeschleunigung	g	$[\text{m}/\text{s}^2]$	9,81																											
Durchlass rund																															
1.3	Rohrdurchmesser	D_R	$[\text{m}]$	0,35																											
1.4	Länge Rohrleitung	L	$[\text{m}]$	20,00																											
Rechen																															
1.5	Rechenstab- Formbeiwert	β	$[-]$	1,79	entsprechend Bild 2																										
1.6	Stabdicke	d	$[\text{m}]$	0,02																											
1.7	lichte Stabweite	a	$[\text{m}]$	0,02	Bedingung $a > 0$																										
1.8	Rechenneigung	α	$^\circ$	90,00																											
Bild 2																															
schematische Darstellung: Rechen																															
1.9	Wasserspiegeldifferenz	ΔH_1	$[\text{m}]$	0,36																											
2. Berechnungen zur Rohrleitung																															
1	2	3	4	5																											
[Berechnungsdaten]	[Symbol]	[Einheit]	[Ergebnis]	[Bemerkungen]																											
Verlustbeiwerte																															
2.1	Einlaufverlust	ξ_E	$[-]$	0,65	Bild 3																										
Bild 3																															
Einlaufverluste																															
<table border="1"> <tr> <td>Einlauf- kante</td> <td>scharf</td> <td>0,5</td> <td>1,0 - 3,0</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>45°</td> <td>60°</td> <td>75°</td> </tr> <tr> <td></td> <td>gebrochen</td> <td>0,25</td> <td>0,55</td> <td>0,05</td> <td>0,06 - 0,1</td> <td>0,8</td> <td>0,7</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-</td> </tr> </table>					Einlauf- kante	scharf	0,5	1,0 - 3,0	-	-	45°	60°	75°		gebrochen	0,25	0,55	0,05	0,06 - 0,1	0,8	0,7	0,6									-
Einlauf- kante	scharf	0,5	1,0 - 3,0	-	-	45°	60°	75°																							
	gebrochen	0,25	0,55	0,05	0,06 - 0,1	0,8	0,7	0,6																							
								-																							
2.2	Verlust Rechen vor Einlauf	ξ_{ERE}	$[-]$	x	Wenn vorhanden \longrightarrow x																										
				1,79																											

2.3	Austrittsverlust	ξ_A	[-]	1,00	Tabelle 1
	Tabelle 1				Jann Strybny
	Verlustbeiwerte				„Keine Panik Strömungsmechanik“
	Einige Beispiele für den Verlustbeiwert ζ [-] örtlich konzentrierter Verluste (weitere siehe Tabellenwerke)				
	Einlauf scharfkantig	0,50	Rohrkrümmer 15°	0,03	
			30°	0,06	
	Einlauf leicht ausgerundet	0,25	45°	0,08	
			60°	0,09	
			75°	0,11	
	Auslauf	1,00	90°	0,12	
2.4	Rohrreibungsbeiwert	λ	[-]	0,02	
2.5	Fließfläche	A	[m ²]	0,10	
2.6	Fließgeschwindigkeit				
	$v = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta H}{\zeta_E + \zeta_{ERE} + \zeta_{KL} + \zeta_{RE} + \zeta_{RV} + \lambda \cdot \frac{L_Z + L_A}{D_R} + \zeta_A}}$				(1) nach Bollich
	$2 \cdot g \cdot \Delta H$	für ΔH_1	[m ² /s ²]	7,06	Zähler aus (1)
	$\zeta_E + \zeta_{ERE} + \zeta_{KL} + \zeta_A + \zeta_{RE} + \zeta_{RV}$			3,60	+ ζ_{KL} } Nenner
	$\lambda \cdot (L / D_R)$			1,25	aus (1)
	Fließgeschwindigkeiten	v_1	[m/s]	1,01	Ermittlung mittels Iteration
2.7	Durchflüsse				
	$Q = v \cdot A$	Q_{dot}	[m ³ /s]	0,10	
3. Berechnungen zum Diffusor					
	Bild 4: Prinzipskizze eines Diffusors				
				$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$ $A_2 = \frac{Q_{dot}}{v_2}$ $A_1 = \frac{Q_{dot}}{v_1}$	
3.1	Fließgeschwindigkeit	v_2	[m/s]	0,60	Vermeidung von Konkurrenzströmungen
3.2	Dotationsmenge	Q_{dot}	[m ³ /s]	0,10	zur Leitströmung
3.3	erforderliche Diffusorfläche	A_2	[m ²]	0,16	
3.4	Diffusorbreite	b_2	[m]	0,40	
3.5	Diffusorhöhe	h_2	[m]	0,41	