

Staugürtel VI - Rohrkanal - 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]	0,50	Tabelle 43 (Mindestanforderung Hecht = 0,80 m/ Brachse = 0,90 m)
8	Wasserstands­differenz 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]	0,25	
15	oberer Funktionsabfluss	Q_{330}	[m³/s]	0,35	über den Schlitzpass konstant 0,25 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]	50,24	unterhalb der FAA
21	Sohlhöhe Trennwand OW		[mNHN]	50,51	oberste Trennwand der FAA
22	Wichte d. Wasser	γ	[N/m³]	1000	
23	Becken­zahl	n	[-]	3,00	$= (h_{ow,Q30} - h_{uw,Q30}) / \Delta h_{bem} - 1$
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 - Rohrkanal - 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 $h_{u,min} > 0,67 \cdot h_o$	0,50	>	0,40	✓
3	Bedingung $h_o > 3 \cdot \Delta h$	0,59	>	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	[-]	0,85	
15	Abflussbeiwert für strömungsdissipierende Verhältnisse	μ_v	[-]	0,43	$\mu_v = 0,59 \cdot \left(1 - \left[\frac{h_u}{h_o}\right]^{4,5}\right)^{0,48}$
16	Abfluss	Q	[m³/s]	0,25	$= \mu_v \cdot s \cdot g^{0,5} \cdot h_o^{1,5}$
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]	50,03	$(\rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h) / (l_b \cdot h_m \cdot b)$
21	Bedingung $p_D < p_{D,bem}$	50,03	<	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]	50,24	50,33	50,42	50,51	
2	h_u [m]	0,50	0,50	0,50	0,50	
3	h_o [m]	0,59	0,59	0,59	0,59	
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]	---	50,03	50,03	50,03	50,03

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)	$50,03 < 90,0$ [W/m ³]	✓
Abfluss über FAA	$0,25$ [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		kf- Wert	Berechnung nach		
								D ₁₀	> 2d ₁₀			[mm]	[mm]
			[mm]										
1.1	anstehender Boden (B,l) linker Körnungsrand	d _{90,B,l}	0,630	U _l =	2,77						1,35x 10 ⁻⁴ (aus Baugrundgutachten)		
		d _{60,B,l}	0,360										
		d _{50,B,l}	0,230										
		d _{20,B,l}	0,180										
		d _{10,B,l}	0,130										
1.2	anstehender Boden (B,r) rechter Körnungsrand	d _{60,B,r}	0,530	U _r =	3,12						2,70 x 10 ⁻⁴ (aus Baugrundgutachten)		
		d _{50,B,r}	0,470										
		d _{10,B,r}	0,170										
2	Filter I (FI) Kiessand 0/16	d _{60,FI}	8,000	U _{FI} =	11,43						2,9 x 10 ⁻³	HAZEN k = 0,0116 x d ₁₀ ²	
		d _{50,FI}	6,000										
		d _{10,FI}	0,700										
	Bedingung vorh.A₅₀ < zul. A₅₀												
Bedingung d_{50,FI} > d_{50,B,r}											6,00	0,23	ist erfüllt
Bedingung d_{10,FI} > 2 x d_{10,B,r}											0,70	0,34	ist erfüllt

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	d _{60,FII}	22,000	U _{FII} =	3,67						>1	
		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}					3,0 < 17						
								18,00	6,00		ist erfüllt	
								6,00	1,40		ist erfüllt	
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,FI}					5,0 < 10						
								90,00	18,00		ist erfüllt	
								45,00	12,00		ist erfüllt	

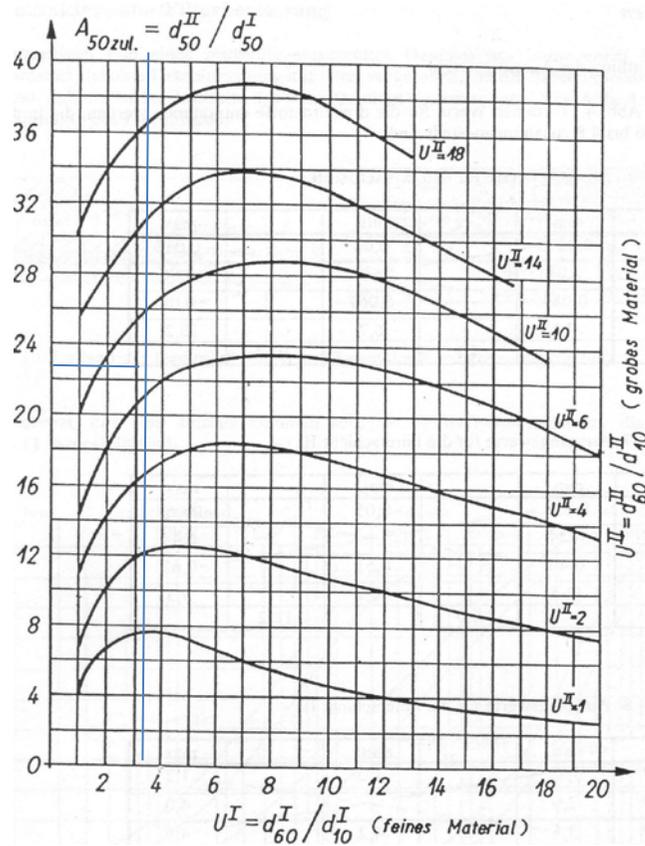
Anlage 1: Bild 1 aus MAK

Anlage 2: Körnungsliniem

Nachweis der Filterstabilität nach MAK (BAW)

Bild 1: Diagramm von CISTIN/ZIEMS

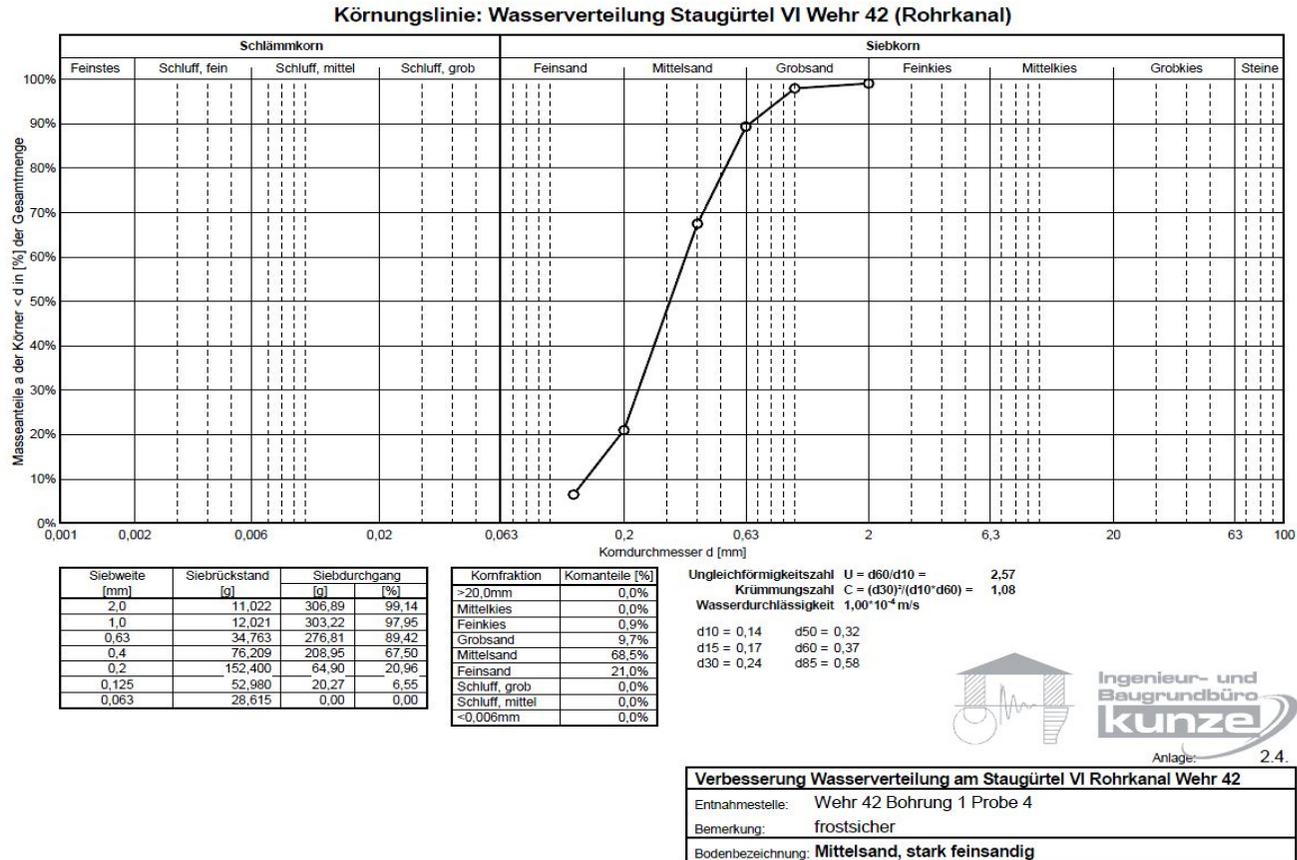
Anlage 1



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

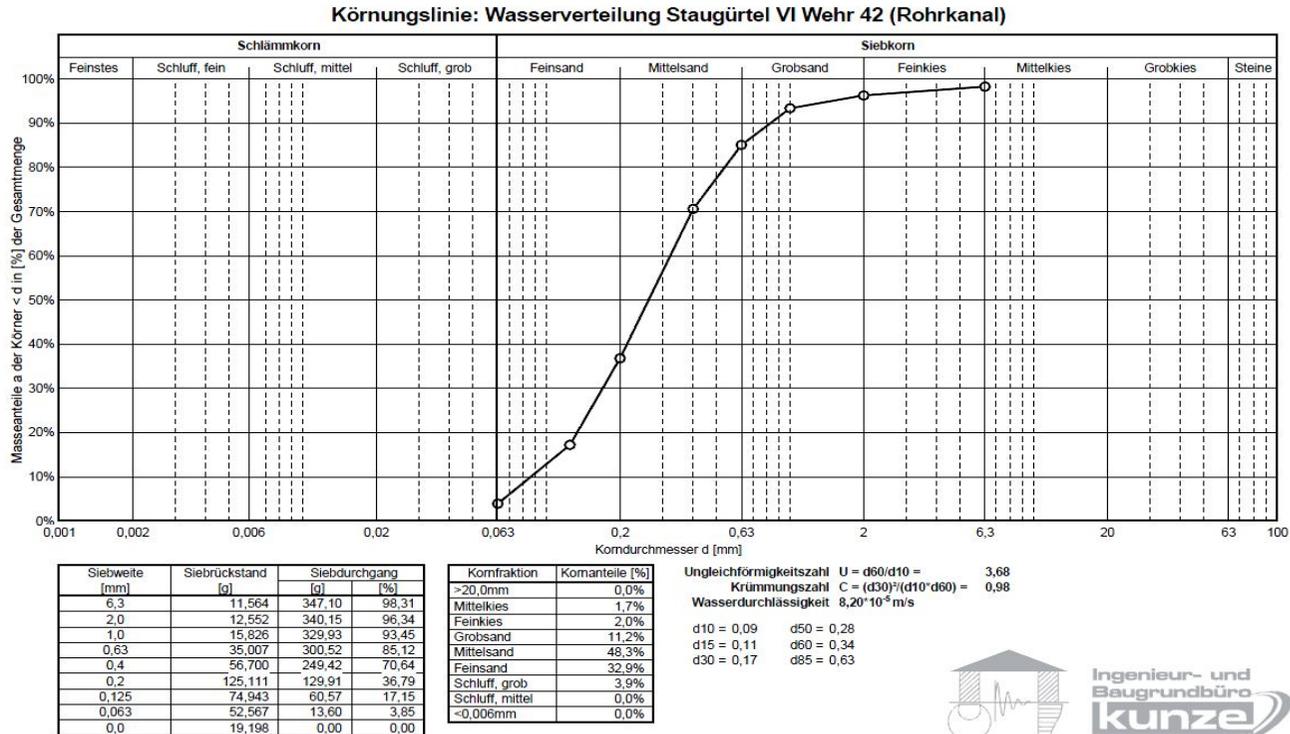
Gültigkeitskriterien für nichtbindigen Erdstoff	$d_{20,B,I} > 0,006 \text{ mm}$
	$d_{90,B,I} > 0,020 \text{ mm}$
sind erfüllt	

Nachweis der Filterstabilität nach MAK (BAW)



Anlage 2

Nachweis der Filterstabilität nach MAK (BAW)



Anlage 2

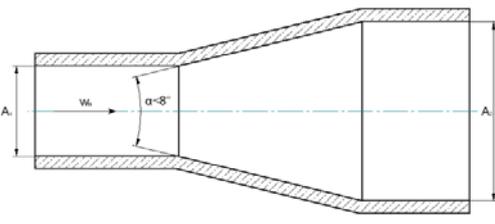


Verbesserung Wasserverteilung am Staugürtel VI Rohrkanal Wehr 42	
Entnahmestelle:	Wehr 42 Bohrung 2 Probe 1
Bemerkung:	bedingt frostsicher F1/F2
Bodenbezeichnung:	Mittelsand, stark feinsandig, schwach grobsandig

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	[m]	0,35																											
1.4	Länge Rohrleitung	L	[m]	20,00																											
Rechen																															
1.5	Rechenstab- Formbeiwert	β	[-]	1,79	entsprechend Bild 2																										
1.6	Stabdicke	d	[m]	0,02																											
1.7	lichte Stabweite	a	[m]	0,02	Bedingung $a > 0$																										
1.8	Rechenneigung	α	°	90,00																											
Bild 2																															
schematische Darstellung: Rechen																															
1.9	Wasserspiegeldifferenz	ΔH_1	[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 → 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	