

Behandlungsanlage für Hafenaushub bzw. Baggergut aus Hamburger Gewässern Moorbург/Ellerholz

Unterlagen zur Änderungsgenehmigung nach §16 BImSchG

Umbau der Entwässerungsfelder Moorbург-Ost für die A26-Ost

Anlagen

20.09.2018

ANLAGE 5.6:

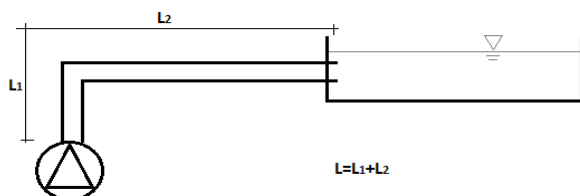
Hydraulische Bemessung – Pumpwerk PW 07neu
und Druckleitung DN300

Hydraulische Bemessung Entwässerungsfeld Moorburg-Ost

Pumpwerk PW 07neu und Druckrohrleitung in den Nebenspeicher

1. Bemessungsgrößen / Randbedingungen:

Begrifflichkeiten / Prinzipskizze:



vorh. Fördervolumen pro Pumpe	$Q_{\text{vorh},1} =$	175 m ³ /h	
vorh. Fördervolumen Parallelbetrieb / 2-Pumpen-Betrieb	$Q_{\text{vorh},2} =$	350 m ³ /h	
	$Q_{\text{vorh},2} =$	97 l/s	
Gesamtlänge der Rohrleitung	$L =$	10 m	
Rohrtyp	z.B. PE 100-Rohr SDR 17 -		PN 10 nach DIN 8474/75
Innendurchmesser Rohrleitung	$d =$	313 mm	-> da=355, s=21,1, di=312,8
absolute Rauheit (alte PE-Leitung)	$k =$	0,10 mm	
relative Rauheit	$k/d =$	3,2E-04 -	
vorh. Fließgeschwindigkeit bei 2-Pumpen-Betrieb ($v=2Q/A$)	$V_{\text{vorh}} =$	1,27 m/s	
Pumpe/Modell	z.B. 3127 LT -		
vorhandene Pumphöhe bei $Q_{\text{vorh},2}$	$h_{\text{Pumpe},2} =$	3,87 m	

2. Bemessung Pumpwerk gemäß ATV-Arb. BI. DWA-A 110:

2.1. Ermittlung der statischen Druckhöhe:

Einlaufhöhe (Ringgraben)	$h_{1E} =$	3,50 mNN	Pumpe aus
Auslaufhöhe (Speicher MbO)	$h_{2A} =$	6,60 mNN	0,8 m Frostschutz
Statische Druckhöhe	$h_{S0} =$	3,10 m	
maximaler Wasserstand Speicherbecken	$h_W =$	7,40 mNN	max. WSp. Speicher MbO
Hydrostatische Druckhöhe	$h_{S0} =$	0,49 m	Eingestauter Auslauf

2.2. Ermittlung der Verlusthöhe aus Wandrauheit (2-Pumpen-Betrieb):

Reynoldszahl ($Re = v \cdot d / (1,3 \cdot 10^{-6})$)

$Re =$

$3E+05 > 2300$ (turbulente Strömung / hyd. rau)

Überprüfung der Rauheit

$Re \cdot k / d =$

$97 < 1300$ (Übergangsbereich)

mit:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \lg \left[\frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{1}{3,71} \cdot \frac{k}{4r_{hy}} \right]$$

gemäß DWA-A 110 für Widerstandsbeiwert im Übergangsbereich nach Colebrook

Startwert gemäß MOODY-Diagramm (Bild E.1)

$\lambda_0 =$

0,017 -

Widerstandsbeiwert nach Colebrook (iterativ)

$\lambda_1 =$

0,017 -

$\lambda_2 =$

0,017 -

$\lambda_2 =$

0,017 -

Verlusthöhe ($h_{vr} = \lambda \cdot L / d \cdot v^2 / 2g$)

$h_{vr} =$

0,04 m

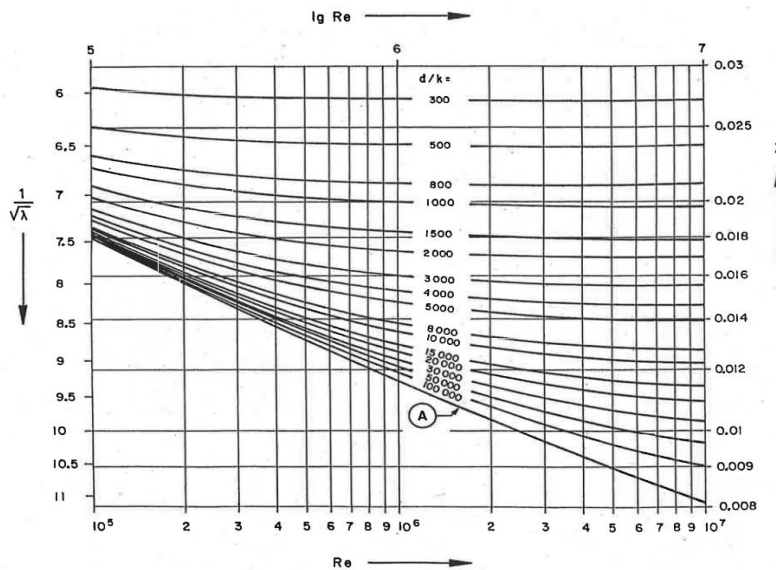


Bild E.1: Moody-Diagramm (vergrößerter Ausschnitt)

2.3. Ermittlung der Verlusthöhe für Krümmer/Rohrbögen (2-Pumpen-Betrieb):

Froude Zahl ($Fr = v / \sqrt{g \cdot d \cdot \pi / 4}$)

$Fr =$

0,81 < 1 (Strömender Abfluss)

mit:

$$\zeta_u = \frac{2}{3} \cdot \frac{d}{r} \cdot \sin \varphi$$

r mittlerer Umlenkradius

φ Umlenkwinkel

gemäß DWA-A 110 für Verluste durch Umlenkungen bei strömenden Abfluss

φ_i [°] =	11	22	30	45	90	(Annahme)
d/r [-] =	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
$\zeta_{u,i}$ [-] =	0,03	0,06	0,08	0,12	0,17	
angesetzte Anzahl Krümmer	0	0	0	0	2	
n_i =	0	0	0	0	2	

Summe der Verlustbeiwerte $\zeta_u = \sum (\zeta_{u,i} \cdot n_i)$

$\zeta_u =$

0,33 -

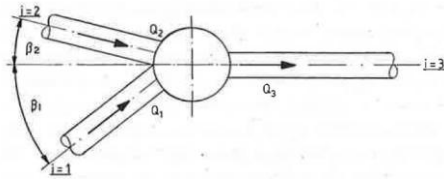
Verlusthöhe Krümmer ($h_{v,u} = \zeta_u \cdot v^2 / 2g$)

$h_{v,u} =$

0,03 m

2.4. Ermittlung der Verlusthöhe für Vereinigungsbauwerke (2-Pumpen-Betrieb):

Begrifflichkeiten / Prinzipskizze:



mit: $\zeta_{VB,1,3} = 1 + X \cdot \left(\frac{Q_1 \cdot A_3}{Q_3 \cdot A_1} \right)^2 - Z$ und: $Z = 2 \cdot \left[a_1 \cdot \left(\frac{Q_1}{Q_3} \right)^2 \cdot \frac{A_3}{A_1} + a_2 \cdot \left(\frac{Q_2}{Q_3} \right)^2 \cdot \frac{A_3}{A_2} \right]$

$\zeta_{VB,2,3} = 1 + Y \cdot \left(\frac{Q_2 \cdot A_3}{Q_3 \cdot A_2} \right)^2 - Z$

und: **Tabelle 10: Hilfsparameter der Verlustbeiwerte für Vereinigungsbauwerke¹⁴⁾**

β_1 [°]	β_2 [°]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$X(\beta_1)$	$Y(\beta_2)$	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93	0,90	0,82	0,73	0,63
$a_1(\beta_1)$	$a_2(\beta_2)$	1,00	0,97	0,90	0,80	0,68	0,56	0,45	0,35	0,26	0,19
β_1 [°]	β_2 [°]	100	110	120	130	140	150	160	170	180	
$X(\beta_1)$	$Y(\beta_2)$	0,58	0,55	0,53	0,53	0,52	0,51	0,51	0,50	0,50	
$a_1(\beta_1)$	$a_2(\beta_2)$	0,15	0,12	0,11	0,12	0,16	0,21	0,28	0,37	0,48	

gemäß DWA-A 110

Vereinigungswinkel β_1	$\beta_1 =$	90 -	sichere Seite
Vereinigungswinkel β_2	$\beta_2 =$	90 -	sichere Seite
Hilfsparameter gemäß Tabelle 10 (DWA-A 110)	$X =$	0,63	
	$Y =$	0,63	
	$a_1 =$	0,19	
	$a_2 =$	0,19	
Hilfsparameter gemäß Formel (DWA-A 110)	$Z =$	0,19	
Verlustbeiwert Vereinigung Strang 1 zu 3 $\zeta_{VB,1,3} =$	$\zeta_{VB,1,3} =$	0,97 -	
Verlustbeiwert Vereinigung Strang 2 zu 3 $\zeta_{VB,2,3} =$	$\zeta_{VB,2,3} =$	0,97 -	
Verlustbeiwert Querschnittsänderung nach Druckstutzen DN200			
gemäß Borda Carnot: $\zeta_{VB,QS} = 1,2 \cdot (1 - A_1/A_2)^2 =$	$\zeta_{VB,QS} =$	0,16 -	
Verlusthöhe Vereinigung ($h_{v,VB} = \zeta_{VB} \cdot v_3^2 / 2g$)	$h_{v,VB} =$	0,17 m	

2.5. Summation der Verlusthöhen

erf. Gesamtförderhöhe gemäß Pumpenbemessung $h_{erf,P} =$ **3,83 m**

3. Bemessung Druckrohrleitung gemäß ATV-Arb. Bl. DWA-A 110:

3.1. Ermittlung des maximalen Abflusses der Druckrohrleitung (2-Pumpen-Betrieb):

mit:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \left(-2 \cdot \lg \left[\frac{2,51 \cdot \nu}{d \cdot \sqrt{2g \cdot d \cdot J_E}} + \frac{k}{3,71 \cdot d} \right] \cdot \sqrt{2g \cdot d \cdot J_E} \right)$$

und: $k = k_b$

$$k = 14,84 \cdot r_{hy} \left(10^{-1/(2\sqrt{\lambda})} - \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} \right)$$

mit: $r_{hy} = d/4$ (bei Kreisrohren)

und: $\lambda = \lambda_b$ mit: $\lambda_b = \lambda + \frac{4r_{hy}}{l} \cdot \sum \zeta$

gemäß DWA-A 110

Widerstandsbeiwert infolge betrieblichen Rauheit

erf. Gesamtförderhöhe gemäß Druckrohrbemessung

Energiegefälle ($J_E = h_{erf,D}/L$)

betriebliche Rauheit

$\lambda_b = 0,093$ -

$h_{erf,D} = 3,5$ m

$J_E = 350,00$ ‰

$k_b = 424,54$ mm

=> Abfluss

$Q_{vorh} = 354,14$ m³/h

3.2. Nachweis

Erforderlicher Mindestabfluss (2-Pumpen-Betrieb)

$Q_{erf} = 350$ m³/h

Abfrage $Q_{vorh} \geq Q_{erf}$?: **erfüllt**

4. Nachweis: Maßgebende erforderliche Gesamtförderhöhe

erf. Gesamtförderhöhe für Pumpenbemessung

$h_{erf,P} = 3,8$ m

erf. Gesamtförderhöhe für Druckrohrbemessung

$h_{erf,D} = 3,5$ m

Maßgebende erf. Gesamtförderhöhe

$h_{erf} = 3,8$ m

Abfrage $h_{Pumpe} \geq h_{erf}$?: **erfüllt**