

## K+S Baustoffrecycling GmbH: Abdeckung der Halde Niedersachsen:

### Überschlägige Bemessung der Pumpenaggregate für das Haldenwasser und Auswahl des Rohrquerschnittes der Abwasserdruckleitung

(1) Eingangsgrößen:

- gewählter Förderstrom:

- mittlere Einleitmenge (Normalbetrieb):

$$Q_{p, \text{mittl.}} = 100 \text{ m}^3/\text{h} = 28 \text{ l/s}$$

- maximale Einleitmenge (für Starkregenereignisse):

$$Q_{p, \text{max}} = 200 \text{ m}^3/\text{h} = 56 \text{ l/s}$$

- geodätische Förderhöhe  $H_{\text{geo}}$ :

• Sohle Druckleitung (Hochpunkt) $S_{\text{DL}}$ :	=	43,50 m
• Sohle Pumpenvorlage $S_{\text{PS}}$ :	=	40,90 m
• $H_{\text{geo}}$	=	ca. 2,60 m

- erf. Fließgeschwindigkeit:

$$0,6 \text{ m/s} \leq v_R \leq 1,5 \text{ m/s}$$

- Länge der Druckleitung:

$$L_R = \text{ca. } 600 \text{ m}$$

- max. empfohlene Schalzhäufigkeit für Pumpwerke bis 55 kW:

$$\max_i = \text{ca. } 15 \text{ 1/h}$$

- Rauigkeit für Druckrohrleitung aus PE-HD (einschl. Zulage für Ablagerungen):

$$k_i = 0,4 \text{ mm}$$

(2) Auswahl der erforderlichen Druckleitung

$$A_R = \frac{Q_{P, \text{mittl.}}}{v_R} = \frac{0,028 \text{ m}^3/\text{s}}{0,9 \text{ m/s}} = 0,035 \text{ m}^2$$

$$d_R = \sqrt{\frac{4 A_R}{\pi}} = 1,13 \times \sqrt{A_R} = 0,199 \text{ m} = 199 \text{ mm} \approx \text{DN } 200$$

- gewählt PE-HD-Druckrohr für Abwasser:

$$d_a = 250 \times 22,7 \text{ PE } 100 \text{ RC SDR } 11 \text{ o. glw.}$$

$$d_i = 204,6 \text{ mm}$$

## (2) Fließgeschwindigkeiten in der gewählten Druckleitung

- für mittlere Einleitmenge:

$$Q_{p, \text{mittl.}} = 28 \text{ l/s}$$

$$V = \frac{Q_{p, \text{mittl.}}}{A_R} = \frac{0,028 \text{ m}^3/\text{s}}{0,033 \text{ m}^2} = 0,85 \text{ m/s}$$

- für maximale Einleitmenge:

$$Q_{p, \text{max.}} = 56 \text{ l/s}$$

$$V = \frac{Q_{p, \text{max.}}}{A_R} = \frac{0,056 \text{ m}^3/\text{s}}{0,033 \text{ m}^2} = 1,70 \text{ m/s}$$

## (3) Manometrische Förderhöhe für das Pumpenaggregat

- Druckhöhenverluste durch Armaturen und Formstücke (geschätzt):

- äquivalente gerade Rohrlängen:

5 Stck. Schieber DN 200 (1,40 m): 7,00 m

1 Stck. R-Klappe DN 200 (14,0 m): 14,00 m

15 Stck. FFK DN 200 (3,0 m): 45,00 m

3 Stck. T-Stücke DN 200 (7,50 m): 22,50 m

Summe  $L_A$  = ca. 88,50 m

- Ermittlung Druckhöhenverlust für mittlere Einleitmenge  $Q_{p, \text{mittl.}} = 100 \text{ m}^3/\text{h} = 28 \text{ l/s}$

$H_{V1000}$  für  $d_i = 204,6 \text{ mm} = 5,0 \text{ m/km}$  nach Druckverlusttafeln DVGW-Richtlinie W 302

$$H_{VA, \text{mittl.}} = \frac{H_{V1000} \times L_A}{1.000} = \frac{5,0 \text{ m/km} \times 88,50 \text{ m}}{1.000} = 0,45 \text{ m}$$

- Ermittlung Druckhöhenverlust für maximale Einleitmenge  $Q_{p, \text{max.}} = 200 \text{ m}^3/\text{h} = 56 \text{ l/s}$

$H_{V1000}$  für  $d_i = 204,6 \text{ mm} = 18 \text{ m/km}$  nach Druckverlusttafeln DVGW-Richtlinie W 302

$$H_{VA, \text{max.}} = \frac{H_{V1000} \times L_A}{1.000} = \frac{18 \text{ m/km} \times 88,50 \text{ m}}{1.000} = 1,60 \text{ m}$$

- Druckhöhenverlust durch Druckleitung:

$$H_{VR, \text{mittl.}} = \frac{H_{V1000} \times L_R}{1.000} = \frac{5,0 \text{ m/km} \times 600 \text{ m}}{1.000} = 3,00 \text{ m}$$

$$H_{VR, \text{max.}} = \frac{H_{V1000} \times L_R}{1.000} = \frac{18 \text{ m/km} \times 600 \text{ m}}{1.000} = 10,80 \text{ m}$$

- Gesamtförderhöhe der Pumpenanlage:

- für mittlere Einleitmenge  $Q_{p, \text{mittl.}} = 100 \text{ m}^3/\text{h} = 28 \text{ l/s}$

$$H = H_{\text{geo}} + H_{\text{VA}} + H_{\text{VR}} = 2,60 \text{ m} + 0,45 \text{ m} + 3,00 \text{ m}$$

$$H \approx 6,05 \text{ m}$$

- für maximale Einleitmenge  $Q_{p, \text{max.}} = 200 \text{ m}^3/\text{h} = 56 \text{ l/s}$

$$H = H_{\text{geo}} + H_{\text{VA}} + H_{\text{VR}} = 2,60 \text{ m} + 1,60 \text{ m} + 10,80 \text{ m}$$

$$H \approx 15,00 \text{ m}$$

(4) Leistungsbedarf für das zu wählende Pumpenaggregat

- 1 Pumpe für mittlere Einleitmenge  $Q_{p, \text{mittl.}} = 100 \text{ m}^3/\text{h} = 28 \text{ l/s}$

- Wirkungsgrad der Pumpe (überschlägig) mit Freistromrad  $\eta_P = 0,50$

- Wirkungsgrad der Antriebsmaschine für Drehstrommotor mit direkter Kupplung und vertikaler Welle  $\eta_m = 0,70$

$$P = \frac{\zeta \times g \times Q_P \times H}{1.000 \times \eta_P \times \eta_m} \times 1,2 \text{ in kW}$$

$$P = \frac{1.000 \times 9,81 \times 0,028 \times 6,05}{1.000 \times 0,50 \times 0,70} \times 1,2$$

$$P \approx 5,7 \text{ kW}$$

**Mindestanforderungen für das zu wählende Pumpenaggregat:**

$$Q = 28 \text{ l/s}$$

$$H = 6,1 \text{ m}$$

$$P = 5,7 \text{ kW}$$

- Pumpenstaffel aus 2 Pumpen für maximale Einleitmenge  $Q_{p, \max.} = 200 \text{ m}^3/\text{h} = 56 \text{ l/s}$

- Wirkungsgrad der Pumpe (überschlägig) mit Freistromrad  $\eta_P = 0,50$

- Wirkungsgrad der Antriebsmaschine für Drehstrommotor mit direkter Kupplung und vertikaler Welle  $\eta_m = 0,70$

$$P = \frac{\zeta \times g \times Q_P \times H}{1.000 \times \eta_P \times \eta_m} \times 1,2 \text{ in kW}$$

$$P = \frac{1.000 \times 9,81 \times 0,056 \times 15,0}{1.000 \times 0,50 \times 0,70} \times 1,2$$

$$P \approx 28 \text{ kW}$$

**Mindestanforderungen für die zu wählende Pumpenstaffel  
(2 Pumpen im Parallelbetrieb):**

**Q = 56 l/s**

**H = 15,0 m**

**P = 28 kW**