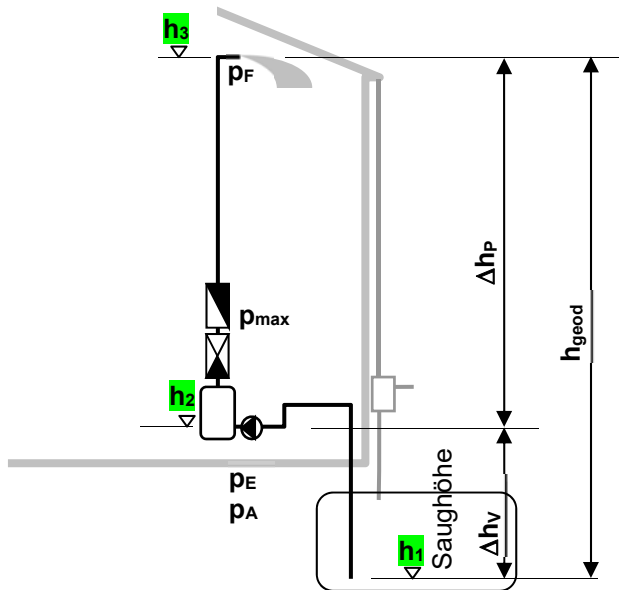


## 1.5 Regenwassernutzungsanlage

Diese Berechnung gilt für einfache Anlagen der Schweiz. Bei Objekten bei der sich die Verhältnisse von  $V_E$  zu  $V_B$  sehr stark abweichen, kann eine Anlage wenig Sinn machen.



### a) Regenwasserertrag $V_E$

Grundlagen:

- **Auffangfläche**  
geeignet: nicht begehbare Schräg- und Flachdächer aus inerten Materialien  
nicht geeignet: begehbaren Terrassen, Balkone, Vor- und Parkplätze
- **Abflussbeiwert**
- **Niederschlagshöhe**  
Für die genaue Auslegung sind die örtlich gültigen, langjährigen Mittelwerte der Niederschlagshöhen in mm/a (Jahr), zu berücksichtigen. Diese Zahlenwerte entsprechen der Niederschlagshöhe in l/m<sup>2</sup>·a.
- **Hydraulischer Filterwirkungsgrad**  
z.B.: 0,8 für Flachdach, 0,9 für Schrägdach
- **Zulaufverluste**  
z.B.: 0,8 für Flachdach, 0,9 für Schrägdach

Muster:

$$A_A = \dots\dots\dots \text{ m}^2$$

$$C = \dots\dots\dots$$

$$h = \dots\dots\dots \text{ l/m}^2 \cdot \text{a}$$

$$\eta = \dots\dots\dots$$

$$\varphi_Z = \dots\dots\dots$$

Beispiel:

$$A_A = \underline{120} \dots\dots\dots \text{ m}^2$$

$$C = \underline{1,0} \dots\dots \text{ (Faktor)}$$

$$h = \underline{1021} \dots\dots\dots \text{ l/m}^2 \cdot \text{a}$$

$$\eta = \underline{0,9} \dots\dots \text{ (Faktor)}$$

$$\varphi_Z = \underline{0,9} \dots\dots \text{ (Faktor)}$$

$$V_E = A_A \cdot C \cdot h \cdot \eta \cdot \varphi_Z$$

$$[V_E] = \frac{\text{m}^2 \cdot 1}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} = \frac{1}{\text{a}}$$

Lösung Beispiel:

$$V_E = 120 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 1021 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 99'241 \frac{\text{l}}{\text{a}}$$

Regenwasserertrag

$$V_E = \underline{99'241 \text{ l/a}}$$

**b) Betriebswasserbedarf  $V_B$** *Grundlagen:*

- Personenzahl
- Personenbezogener Bedarf pro Tag
 

	im Haushalt	in Büro	in Schulen
WC	24 – 48 l/d	12 – 36 l/d	6 – 10 l/d
Waschautomaten	≈ 10 l/d		
- Tage pro Jahr

*Muster:*

$$z = \dots\dots\dots P \quad z = \underline{3} \dots\dots P$$

$$V_P = \dots\dots\dots \text{l/d} \cdot P \quad V_P = \underline{50} \dots\dots \text{l/d} \cdot P$$

$$t = \dots\dots\dots d \quad t = \underline{365} \dots\dots d$$

*Beispiel:*

- Gartenfläche  
Grünfläche, ohne Angaben = Dachfläche
- Flächenbezogener Bedarf pro Jahr  
Gartenbewässerung 60 l/m<sup>2</sup>

$$A_G = \dots\dots\dots \text{m}^2 \quad A_G = \underline{100} \dots\dots \text{m}^2$$

$$V_G = \dots\dots\dots \text{l/m}^2 \cdot a \quad V_G = \underline{60} \dots\dots \text{l/m}^2 \cdot a$$

$$V_B = z \cdot V_P \cdot t + A_G \cdot V_A \quad [V_B] = \frac{1 \cdot P \cdot d}{d \cdot P \cdot a} + \frac{1 \cdot \text{m}^2}{\text{m}^2 \cdot a} = \frac{1}{a}$$

*Lösung Beispiel:*

$$V_B = 3 \cdot 50 \cdot 365 + 100 \cdot 60 = 60'750$$

**Betriebswasserbedarf pro Jahr**

$$V_B = \underline{60'750 \text{ l/a}}$$

**c) Speichervolumen  $V_{Sp}$** *Grundlagen:*

- Tage pro Jahr  
6 – 10 % des kleineren Wertes (VE oder VB ergibt bei einfachen Anlagen ein ausreichendes Speichervolumen).

Diese Speichervolumen soll sowohl einen Platzregen als auch eine 14-tägige Trockenperiode (14/365 = 3.8 %) überbrücken können.

*Muster:*

$$f_{Sp} = \dots\dots\dots a \quad f_{Sp} = \underline{0,06} \dots\dots a$$

*Beispiel:*

$$V_{Sp} = V_E \cdot f_{Sp} \quad \text{oder} \quad V_{Sp} = V_B \cdot f_{Sp} \quad [V_{Sp}] = \frac{1 \cdot a}{a} = 1$$

*Lösung Beispiel:*

$$V_{Sp} = 60'750 \cdot 0,06 = 3'645 \text{ l}$$

**Speichervolumen gewählt**

$$V_{Sp} = \underline{4'000 \text{ l}}$$

**d) Volumenstrom Pumpe  $V_P$** *Grundlagen:*

- Fließdruck höchste Entnahmestelle
- Spitzendurchfluss LU (Belastungswerte)  
gemäss W3, Diagramm 1 (0,3 / 0,5)
- Spitzendurchfluss unter speziellen Bedingungen  
Höhere Gleichzeitigkeit, Dauer- oder Spitzenentnahmen, etc.  
oder Gartenventil und Installationen parallel

*Muster:*

$$\Sigma_{LU} = \dots\dots\dots$$

$$V_{LU} = \dots\dots\dots \text{ l/s}$$

$$V_{SB} = \dots\dots\dots \text{ l/s}$$

*Beispiel:*

$$\Sigma_{LU} = \underline{112} \dots\dots\dots$$

$$V_{LU} = \underline{1.08} \text{ l/s}$$

$$V_{SB} = \underline{0.00} \text{ l/s}$$

$$V_P = V_{LU} + V_{SB}$$

$$[V_P] = \frac{\text{l}}{\text{s}} + \frac{\text{l}}{\text{s}} = \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

*Lösung Beispiel:*

$$V_P = 1.08 + 0 = 1.08$$

**Volumenstrom Pumpe**

$$V_P = \underline{1.08 \text{ l/s}}$$

**e) Versorgungsdruck am Pumpeneingang  $p_v$** *Grundlagen:*

- Höhe Regenwassertank voll
- Höhe Pumpenstutzen
  - Höhenunterschied Tank – Pumpenstutzen
  - Höhendruck  
vereinfacht  $mWS \cdot 0,0981 \text{ bar/mWS}$
- Druckschwankungen in der Versorgungsleitung  
( ~ 0,2 bar für Niveau-Differenzen )

*Muster:*

$$h_1 = \dots\dots\dots \text{ müM}$$

$$h_2 = \dots\dots\dots \text{ müM}$$

$$\Delta h_v = \dots\dots\dots \text{ m}$$

$$p_1 = \dots\dots\dots \text{ bar}$$

$$\Delta p_{vL} = \dots\dots\dots \text{ bar}$$

*Beispiel:*

$$h_1 = \underline{427.6} \dots\dots\dots \text{ müM}$$

$$h_2 = \underline{428.65} \dots\dots\dots \text{ müM}$$

$$\Delta h_v = \underline{-1.05} \text{ m}$$

$$p_1 = \underline{-0.10} \text{ bar}$$

$$\Delta p_{vL} = \underline{0.20} \text{ bar}$$

$$p_v = p_1 - \Delta p_{vL}$$

$$[p_{vWZ}] = \text{bar}$$

*Lösung Beispiel:*

$$p_v = -0.10 - 0.20 = -0.30$$

**Versorgungsdruck am Pumpeneingang**

$$p_v = \underline{-0.30 \text{ bar}}$$

f) Betriebsdruck  $p_{\max}$  = Einschaltdruck  $p_E$ 

Grundlagen:

- Fließdruck höchste Entnahmestelle  
min. 1.0 bar, Spezialarmaturen je nach Erfordernis
- Höhe Regenwassertank voll
- Höhe Pumpenstutzen
  - Höhenunterschied Tank – Pumpenstutzen
  - Höhendruck  
vereinfacht  $mWS \cdot 0,0981 \text{ bar/mWS}$
- Druckverlust
  - Leitungsnetz nach Pumpe
  - Druckverlust Apparateeinbau  
Feinfilter red. Druck. (WC)  
separate Wasserzähler (WC)

Muster:

$$p_F = \dots \text{ bar} \quad h_3 = \dots \text{ müM} \quad h_2 = \dots \text{ müM} \quad \Delta h_V = \dots \text{ m} \quad p_1 = \dots \text{ bar} \quad \Delta p_L = \dots \text{ bar} \quad \Delta p_{App} = \dots \text{ bar}$$

Beispiel:

$$p_F = \underline{1.00} \text{ bar} \quad h_3 = \underline{433.15} \text{ müM} \quad h_2 = \underline{428.65} \text{ müM} \quad \Delta h_V = \underline{4.5} \text{ m} \quad p_1 = \underline{0.44} \text{ bar} \quad \Delta p_L = \underline{1.50} \text{ bar} \quad \Delta p_{App} = \underline{0.20} \text{ bar}$$

$$p_E = p_F + p_P + \Delta p_L + \Delta p_{App}$$

$$[p_{\max}] = \text{bar}$$

Lösung Beispiel:

$$p_E = 1.00 + 0.44 + 1.50 + 0.20 = 3.14$$

Betriebsdruck / Einschaltdruck

$$p_E = \underline{3.14 \text{ bar}}$$

g) Pumpenförderhöhe / -druck  $h_P$  /  $p_P$ 

Grundlagen:

- Versorgungsdruck am Pumpeneingang
- Einschaltdruck der Pumpe

Muster:

$$p_S = \dots \text{ bar} \quad p_E = \dots \text{ bar}$$

Beispiel:

$$p_S = \underline{-0.30} \text{ bar} \quad p_E = \underline{3.14} \text{ bar}$$

$$h_P = \frac{(p_E - p_S)}{0,0981}$$

$$[h_P] = \frac{\text{bar} \cdot \text{mWS}}{\text{bar}}$$

Lösung Beispiel:

$$h_P = \frac{(3.14 - (-0.30))}{0,0982} = 35.08$$

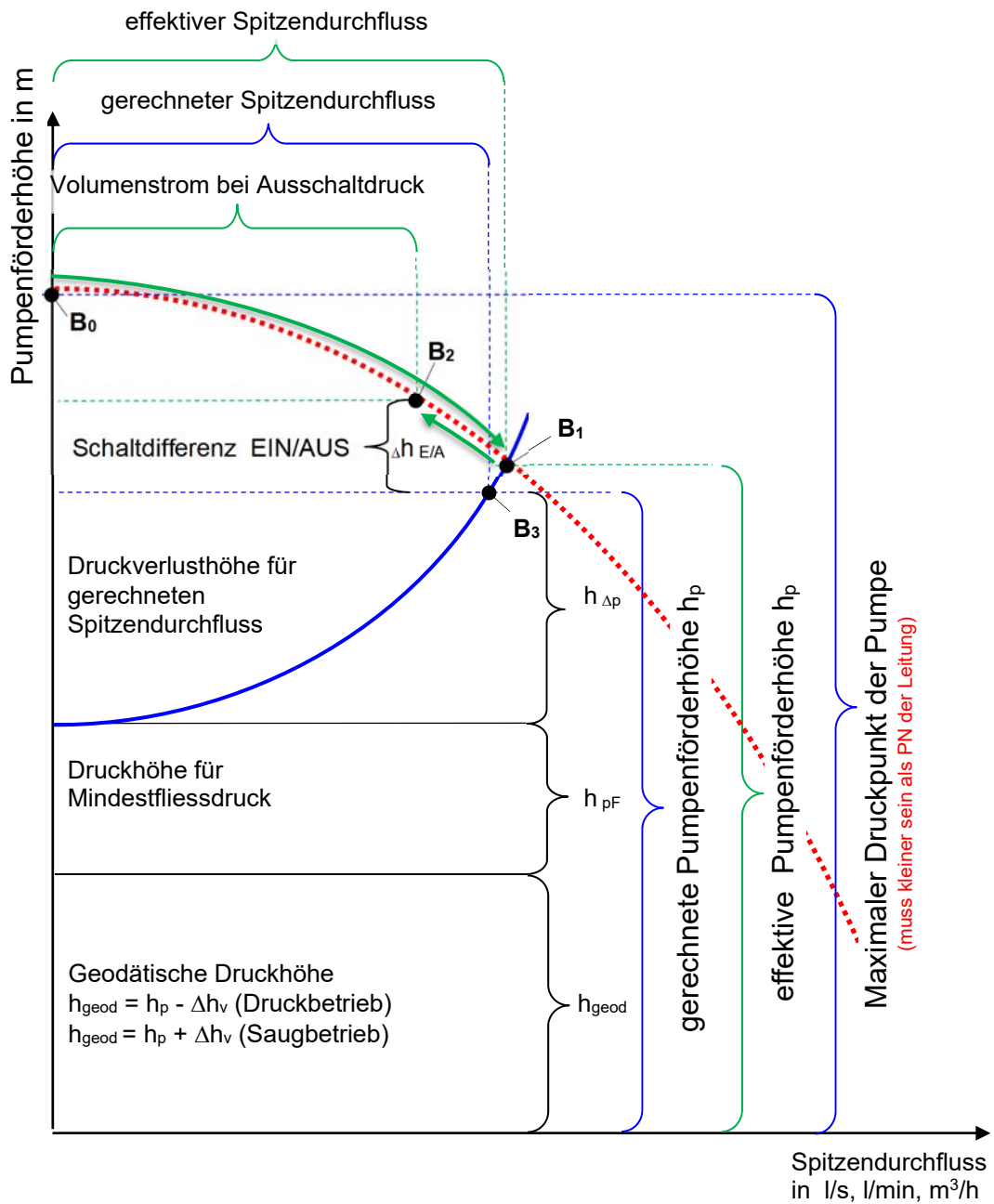
Pumpenförderhöhe

$$h_P = \underline{35.1 \text{ mWS}}$$

Hinweise

- Wird eine Druckerhöhungsanlage ohne Vordruck, das heisst mit einer Saughöhe betrieben, dann muss die Berechnung der möglichen Pumpenauslegung besonders genau gemacht werden.
- Die Saugleitung muss total entlüftet werden können (keine Luftsäcke erlaubt).
- Je höher der Aufstellungsort der Anlage (Lage in m.ü.M.) desto kleiner ist die mögliche Ansaughöhe.
- Die Rohrleitungen müssen im saugseitigen Unterdruckbetrieb absolut dicht sein.
- Der NPSH-Wert der Anlage muss zur Vermeidung von Kavitation berechnet / kontrolliert werden.

**h) Pumpendiagramm**



- ..... Pumpenkennlinie
- Netzkennlinie

- B<sub>0</sub> maximaler Druckpunkt der Pumpe ( < PN der Installation )
- B<sub>1</sub> Betriebspunkt der Pumpe (Einschaltpunkt)
- B<sub>2</sub> Ausschaltpunkt (Ausschaltdruck)
- B<sub>3</sub> gerechneter Betriebspunkt