

Wassermengenermittlung der Bauwasserhaltung zur Herstellung der Bodenplatte für die Sickerwasserspeicher

Eine Grundwasserabsenkungsmaßnahme und damit auch eine Baugrubenwasserhaltung stellt einen instationär ablaufenden Prozess dar. Je länger eine solche Maßnahme dauert, desto größer sind ihre Auswirkungen hinsichtlich ihrer Reichweite in der Umgebung.

Für die Errichtung der Sickerwasserspeicher muss je eine Bodenplatte aus Beton gegossen werden. Dafür muss eine Baugrube bis auf das Niveau von 84,5 m NHN ausgehoben werden, was dem Niveau des mittleren Grundwasserstandes in diesem Bereich entspricht. Damit wird die Ausführung einer Bauwasserhaltung für den Zeitraum bis Fertigstellung und Aushärtung dieser Bodenplatte mit einem Absenkziel von 0,5 m unterhalb der Aushubsohle erforderlich.

Für die Ableitung von Parametern (Mächtigkeit, wassererfüllte Mächtigkeit) des hier anstehenden Grundwasserleiters wurde folgende nahe liegende Grundwassermessstelle (SPN 705) herangezogen:

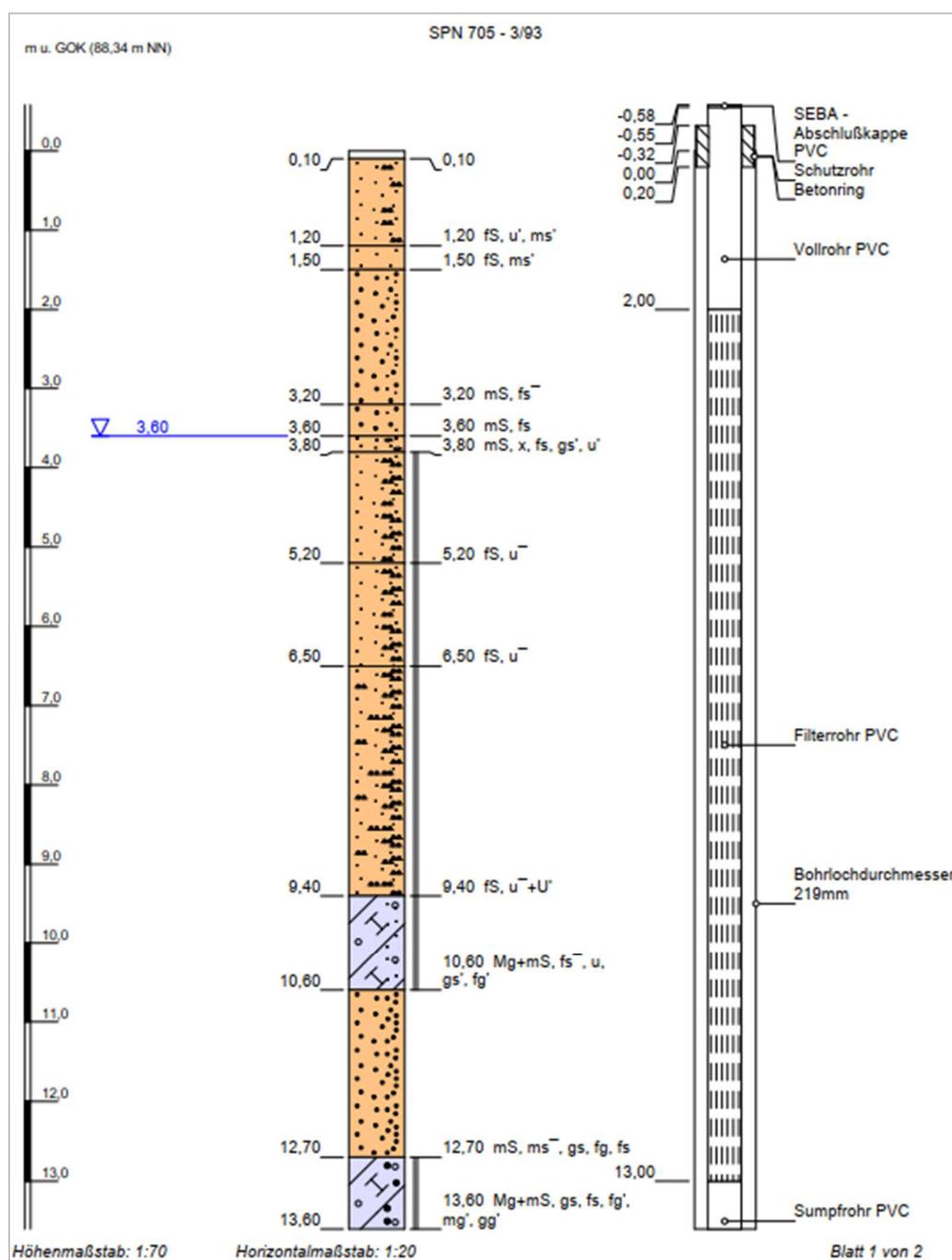


Abb. 1: Bohrprofil und Ausbauplan der GWM 705

Reichweitenermittlung

Hierzu ist es erforderlich, neben den üblichen empirischen Näherungsformeln (z. B. nach Sichardt) die zeitabhängige (instationäre) Reichweite zu berücksichtigen. Anderenfalls treten Widersprüche zwischen den Abschätzungen der instationären und der stationären Zuflussphase beim Baugrubenzufluss Q auf.

- Reichweitenbestimmung R_{Sich} nach Sichardt (empirische Bestimmung), oberster GW-Leiter:

Durchlässigkeitsbeiwert $k = 1,2 \cdot 10^{-4}$ m/s (gemittelter Wert nach Angaben der vorliegenden Baugrundgutachten Anhang 4)

$$R_{Sich} = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k} \quad (1a)$$

bei Absenkung $s = 0,5$ m (bei Grundwasserstand 84,5 m NHN, Absenkziel ca. 84 m NHN = 0,5 m unter Aushubsohle):

$$\begin{aligned} R_{Sich} &= 3000 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{1,2 \cdot 10^{-4}} \\ &= 16,4 \text{ m} \end{aligned}$$

- zeitabhängige (instationäre) Reichweite (analytische Modellgröße) R_{inst} :

$$R_{inst} = 1,5 \cdot \sqrt{t \cdot \frac{k \cdot h}{S}} \quad (\text{ungespanntes Grundwasser}) \quad (1b)$$

(im ungespannten Grundwasser ändert sich $(k \cdot h)$ in Abhängigkeit von t ; $S = n_e$)

$$n_e = 0,05 \cdot \lg k_f + 0,4 \quad (1c)$$

Werte R_{inst} , s. unten, Tabelle 1

h – wassererfüllte Grundwasserleitermächtigkeit, m

S – Speicherkoeffizient

n_e – entwässerbare Porosität

Abschätzung des stationären Baugrubenzuflusses

- Ausgangszustand: ungespanntes Grundwasser
- Baugrubenmaße Baugrubensohle im Bereich des Ausgangswasserstandes / äquivalenter Ersatzradius A_{RE} :
Länge $L = 26$ m
Breite $B = 12$ m

Ersatzradius A_{RE} der Baugrube:

$$\begin{aligned} A_{RE} &= \sqrt{(L \cdot B) / \pi} \\ &= 10,0 \text{ m} \end{aligned} \quad (2)$$

- Baugrubenzufluss, stationär, ungespanntes Grundwasser:

$$\begin{aligned} Q &= \pi \cdot k \cdot (H^2 - h^2) / \ln(R / A_{RE}) \\ &= \pi \cdot 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (5,5^2 - 5,0^2) / \ln(R / 10,0) \end{aligned} \quad (3)$$

(Ergebnisse in Abhängigkeit von R , siehe Tabelle 1)

H - Wassersäule am unbeeinflussten Rand (5,5 m = Annahme, dass der Grundwasserleiter im Mittel 9,5 m mächtig ist!)

h - abgesenkte Wassersäule (5,0 m)

Tabelle 1: Zusammenfassende Abschätzung der Zuflüsse, stationär/instationär, in Abhängigkeit von Grundwasserströmungstyp und der zugrunde gelegten Reichweite R

GW-Strömung	ungespannt, stationär	ungespannt, instationär
Reichweite R, m	16,4	25
Zeit t, Tage	ohne Einfluss	1
Zufluss Q, l/s	4,0	14,6
Q, m³/h	14,4	52,5
Bemerkung	R _{Sich} ; Gl. (1a), (3)	R _{instat} ; Gl. (1b), (3) h = 5,0 m n _e = 0,2

Instationärer Zufluss zur Baugrube

$$Q = \frac{4\pi \cdot T \cdot s}{W(\sigma)}; \quad \text{mit} \quad \sigma = \frac{(A_{RE})^2 \cdot S}{4\pi \cdot t} \quad (4)$$

T - Transmissivität (k * h)

W(σ) - Brunnenfunktion

Tabelle 2: Beispielhafte instationäre Abschätzung des Zuflusses

Bauzeit	Förderrate je Pumpensumpf, m³/h	Förderrate gesamt (4 Pumpensümpfe), m³/d	Fördermenge gesamt, m³	Reichweite instationär, m
Tag 1 - 6	13,14	1.261	7.569	25
Tag 7 - 13	4,82	463	3.239	65
Tag 14 - 29	3,96	380	6.083	92
Tag 30 - 59	3,28	315	9.446	133
Tag 60	2,84	273	273	186
gesamt:			26.609	

Der Hochpunkt im Zentrum der Baugrube, an dem das Absenkziel von 0,5 m noch eingehalten werden muss, befindet sich in einer Entfernung von ca. 14,3 m zu jedem Pumpensumpf. Die in Tabelle 1 angegebenen Förderraten sind auf Basis dieses Kriteriums ermittelt worden. In Tabelle 1 ist auch die für jeden betrachteten Zeitschritt berechnete Reichweite mit angegeben, wo die max. Absenkung noch ca. 1 cm beträgt.

Aufgrund der unterschiedlichen Berechnungsansätze für den stationären (teils empirischen) und instationären Baugrubenzufluss sind die berechneten Zuflussmengen nach einem Tag nicht vergleichbar (siehe Tabelle 1). Die ermittelte instationäre Zuflussmenge nach 1 Tag (**14,6 l/s**) wird als maximale Zuflussmenge zu Beginn der Absenkungsmaßnahme angesehen und für die weiteren Empfehlungen zur Bauwasserhaltung angesetzt.

Sollte die grundwassererfüllte Mächtigkeit des Grundwasserleiters entgegen der Annahme von 5,5 m (H) deutlich größer sein, erhöht sich auch der Baugrubenzufluss durch verstärkten sohlseitigen Zufluss.

Wasserhaltungskonzept

Die Bauwasserhaltung wird aufgrund des geringen Absenkungsbetrages von 0,5 m als offene Wasserhaltung konzipiert. Die Wasserhaltung wird bis zum Ende des Aushärteprozesses der Bodenplatte betrieben (ca. 2 Monate).

Nach Herstellung der Baugrube werden in herkömmlicher Bauweise in allen 4 Ecken der Baugrube je ein Pumpensumpf errichtet (mindestens 4,0 m tief ab Baugrubensohle, ca. 1 m Durchmesser, Brunnenringe setzen und ggf. mit Vlies auskleiden, um das Abpumpen von stark sandigem Grundwasser zu verhindern). Das Grundwasser wird in den Pumpensümpfen mittels Schmutzwasserpumpen aus der Baugrube gehoben und auf dem Grundstück des Deponiebetreibers wieder versickert. Mindestens eine Ersatzpumpe ist für den Fall einer Havarie vorzuhalten.