

Hydraulische Berechnungen**Haltepunkt Hbf: gesamter Baubereich von ca. Bau-km 105,4+30 bis Bau-km 105,7+60****Ausgangswerte und geometrische Verhältnisse:**

Gesamtdauer der Wasserhaltung ca.	T _{WH}	=	48 Mon
Ausdehnung des zur Berechnung verwendeten Bereichs (O-W)	a	=	270 m
mittlere Ausdehnung (N-S)	b	=	50 m
Ausdehnung hochliegende Baugrube (O-W) ca.	a'	=	100 m
Ausdehnung hochliegende Baugrube (N-S) im Mittel ca.	b'	=	60 m
Grundfläche hochliegende Baugrube ca.	A	=	6000 m ²
GOK im Mittel (515,1 bis 521,0 müNN) ca.			520,0 müNN
tiefste BGS			476,0 müNN
OK-Tertiär			513,0 müNN
Wasserstand Bauzeit HW _{Bau} (515,0 bis 514,8 müNN)			514,9 müNN
Bemessungswasserstand HW _{End} (515,9 bis 515,6 müNN)			515,8 müNN
Absenkziel 0,5 m unter Tunnelsohle			475,5 müNN
Mindesttiefe Entspannungsbrunnen ca.			453,0 müNN
Angenommene mittlere Gesamtdicke der zu entspannenden und zu entwässernden Tertiärsandlagen (bzw. größte Zustrommächtigkeit zum Absenktrichter) gemäß Bodenaufschlüssen	m _{entsp}	=	15,0 m
Erforderliche Absenkung unter HW _{Bau}	s	=	39,4 m
Angesetzte Mindesttiefe Entspannungsbrunnen unter Sohle (Die Druckluftunterstützung in den Spritbetonabschnitten ist mitberücksichtigt, siehe Text Abschnitt 10.5.2.2)			23,0 m
Mindesttiefe Entspannungsbrunnen müNN ca.			453,0
Mindesttiefe Entspannungsbrunnen ab GOK ca.			67,0 m
UK Filter Versickerungsbrunnen Quartär (=OK Tertiär am Versickerungsstandort gemäß Bohrung 2S-5/S01)			511,2 müNN
Stauhöhe im Sickerbrunnen Quartär (max. HW _{End})	z _q	=	1,2 m
Stauhöhe in der Rigole	z _{rig}	=	1,0 m
Brunnenradius (Quartär)	r _q	=	0,30 m
benetzte Filterlänge Quartärversickerung	h' _q	=	1,2 m
Sohlbreite einer Sickerrigole	b _{Rig}	=	0,5 m
k-Wert Tertiärsand (Tertiärentspannung)	k (ts)	=	5,0E-05 m/s
k-Wert Quartärkies (Versickerung)	ksick (q)	=	1,3E-03 m/s
Bemessungsniederschlag	r 15(0,2)	=	0,210 m ³ /(s ha)
Quartäre Grundwassermächtigkeit HW _{End} (Mittel) Versickerung	H _{End} (q)	=	5,4 m
Quartäre Grundwassermächtigkeit HW _{Bau} (Mittel) Versickerung	H _{Bau} (q)	=	4,2 m

Hydraulische Berechnungen**Haltepunkt Hbf: gesamter Baubereich von ca. Bau-km 105,4+30 bis Bau-km 105,7+60****II Berechnung der Grundwasserversickerung:**Maximal zu versickernde Wassermenge $Q_s =$ 0,083 m³/s**Brunnenversickerung (Quartär ungespannt):**

Die rechnerische Abschätzung der Brunnenversickerung im Quartär wird für den ungünstigen Wasserstand H_{WBau} durchgeführt. Um den Einstau von Nachbargebäuden über natürliche Verhältnisse hinaus zu verhindern, wird der Aufstau im Brunnen für die Berechnung auf den Wasserstand H_{WEnd} beschränkt.

Reichweite $R(q)$ des Aufstaukegels bei Versickerung im Quartärkies

$$R(q) = 3000 \times z_q \times \sqrt{k_{sick}(q)} = 130 \text{ m}$$

Die benötigte Fläche nach Dupuit-Thiem (Ersatzradius):

$$\ln ARE = \ln R(q) + \pi \times k_{sick}(q) \times [H_{Bau}^2 - (H_{Bau} + z_q)^2] / Q_s = 4,30$$

$$ARE = 74 \text{ m}^2$$

Der Aufstaukegel reicht je nach Versickerungsstandort unter Nachbargrundstücke, geht aber nicht über H_{WEnd} hinaus.

Vom Einzelbrunnen abströmende Wassermenge:

$$Q_s = \pi \times k_{sick} \times [H_{Bau}^2 - (H_{Bau} + z_q)^2] / (\ln R - \ln r_q) = -0,0078 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_s = -7,8 \text{ l/s}$$

Fassungsvermögen eines Sickerbrunnens:

$$q_s = 2 \times r_q \times \pi \times h'_q \times \sqrt{k_{sick}(q)} / 15 = -0,0054 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q_s = -5,4 \text{ l/s}$$

Der geringere Wert aus Abströmung und Fassungsvermögen ist maßgeblich:

rechnerische Mindestanzahl der Brunnen: **15,4 Stk****Rigolenversickerung im Quartär:**

Die Abschätzung der Sickerleistung erfolgt in Anlehnung an ATV 138 für eine Rigole mit 0,5 m Breite, die 1 m hoch eingestaut werden kann.

$$q_s = (b_{Rig} + z/2) \times k_{sick}(q) = -0,0013 \text{ m}^3/\text{s je lfdm}$$

$$q_s = -1,30 \text{ l/s je lfdm}$$

$$L_{rig} = Q_s / q_s = 64,2 \text{ lfdm}$$

Hydraulische Berechnungen**Haltepunkt Hbf: gesamter Baubereich von ca. Bau-km 105,4+30 bis Bau-km 105,7+60****I Berechnung der zu fördernden Wassermengen**

Die Abschätzung der zu fördernden Wassermengen erfolgt für den Wasserstand HW_{Bau} . Die Wasserhaltung findet weit überwiegend unter einer natürlichen, feinkörnigen Deckschicht im gespannten Tertiäraquifer statt.

Wassermenge der Tertiärentspannung:

Zur überschlägigen Abschätzung des Wasserandrangs einer Tertiärwasserhaltung / Tertiärwasserentspannung wird von Tertiärsandlagen der Gesamtmächtigkeit m_{entsp} ausgegangen, die im Tiefenbereich zwischen etwa OK Tunnel und erforderlicher Entspannungstiefe unterhalb den Bauwerken anstehen

Die Entspannung erfolgt bis ca. 0,5 m unter die Tunnelsohle.

Wasserandrang zur Baugrube (Ersatzbrunnen) bei gespanntem Grundwasser:

$$ARE = a \times 0,195 + b \times 0,385 \quad (\text{für rechteckige Baugruben})$$

$$ARE = a / 3 \quad (\text{für langgestreckte Baugruben})$$

$$ARE = 90,0 \text{ m}$$

$$R = 3000 \times s \times \sqrt{k} (ts) = 836 \text{ m}$$

$$Q_{entsp.} = (2 \times \pi \times k (ts) \times m_{entsp} \times s / (\ln R - \ln ARE)) = 0,0833 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{entsp.} = 83,3 \text{ l/s}$$

Bei einer Betriebszeit der Wasserhaltung von TWH fallen entsprechend dieser Abschätzung voraussichtlich etwa

$$Q_{Entsp} \times (3600 \times 24 \times 365 \times TWH/12) = 10509037 \text{ m}^3/\text{TWH}$$

aus der Tertiärwasserabsenkung / Tertiärentspannung an.

Niederschlagswasser:

Im Bereich der hochliegenden Baugrube muß das anfallende Niederschlagswasser zeitlich verzögert von der Bauwasserhaltung oder einer eigens hierfür installierten Ringdränage gefasst und gefördert werden. Beim 15-minütigen Bemessungsregen $r_{15(0,2)}$ fällt in

$$QN_{15} = r_{15(0,2)} \times 15\text{min} \times 60\text{s} \times A \times 1/10000\text{m}^2 = 113,4 \text{ m}^3 / 15 \text{ min}$$

Diese Niederschlagswassermenge kann bei einer zusätzlichen Pumpleistung 10,5 l/s in etwa drei Stunden abgepumpt werden.

Bei einem Jahresniederschlag von ca. 950 mm fällt bei einer angenommenen Bauzeit von TWH bis zur

$$Q_{NJahr} = 0,95 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times A \times TWH/12 = 22800 \text{ m}^3/\text{TWH}$$

Dies entspricht bei der Restwasserhaltung einer durchschnittlichen Förderrate von:

$$22800 \text{ m}^3 / (TWH \times 24 \times 3600 \times 365/12) = 0,00018 \text{ m}^3/\text{s} \quad 0,18 \text{ l/s}$$

Wassermengen für die Wasserhaltungsdauer:

$$\text{Gesamtdauer der Wasserhaltung} = 48 \text{ Mon}$$

Wasseranfall:

$$\text{Tertiärentspannung / Tertiärwasserhaltung} = 83,3 \text{ l/s}$$

$$\text{Niederschlagswasser (Mittel)} = 0,2 \text{ l/s}$$

$$\text{Wasserhaltungsbetrieb + Starkregen} = 93,8 \text{ l/s}$$

$$\text{Wasserhaltungsbetrieb} = 83,5 \text{ l/s}$$

$$\text{Gesamtwassermenge} = 10531837 \text{ m}^3$$

Hydraulische Berechnungen**Haltepunkt Hbf: gesamter Baubereich von ca. Bau-km 105,4+30 bis Bau-km 105,7+60****II Berechnung der Grundwasserversickerung:**Maximal zu versickernde Wassermenge $Q_s =$ 0,083 m³/s**Brunnenversickerung (Quartär ungespannt):**

Die rechnerische Abschätzung der Brunnenversickerung im Quartär wird für den ungünstigen Wasserstand H_{WBau} durchgeführt. Um den Einstau von Nachbargebäuden über natürliche Verhältnisse hinaus zu verhindern, wird der Aufstau im Brunnen für die Berechnung auf den Wasserstand H_{WEnd} beschränkt.

Reichweite R (q) des Aufstaukegels bei Versickerung im Quartärkies

$$R(q) = 3000 \times z_q \times \sqrt{k_{sick}(q)} = 130 \text{ m}$$

Die benötigte Fläche nach Dupuit-Thiem (Ersatzradius):

$$\ln ARE = \ln R(q) + \pi \times k_{sick}(q) \times [H_{Bau}^2 - (H_{Bau} + z_q)^2] / Q_s = 4,30$$

$$ARE = 74 \text{ m}^2$$

Der Aufstaukegel reicht je nach Versickerungsstandort unter Nachbargrundstücke, geht aber nicht über H_{WEnd} hinaus.

Vom Einzelbrunnen abströmende Wassermenge:

$$Q_s = \pi \times k_{sick} \times [H_{Bau}^2 - (H_{Bau} + z_q)^2] / (\ln R - \ln r_q) = -0,0078 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_s = -7,8 \text{ l/s}$$

Fassungsvermögen eines Sickerbrunnens:

$$q_s = 2 \times r_q \times \pi \times h'_q \times \sqrt{k_{sick}(q)} / 15 = -0,0054 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q_s = -5,4 \text{ l/s}$$

Der geringere Wert aus Abströmung und Fassungsvermögen ist maßgeblich:

rechnerische Mindestanzahl der Brunnen: **15,4 Stk****Rigolenversickerung im Quartär:**

Die Abschätzung der Sickerleistung erfolgt in Anlehnung an ATV 138 für eine Rigole mit 0,5 m Breite, die 1 m hoch eingestaut werden kann.

$$q_s = (b_{Rig} + z/2) \times k_{sick}(q) = -0,0013 \text{ m}^3/\text{s je lfdm}$$

$$q_s = -1,30 \text{ l/s je lfdm}$$

$$L_{rig} = Q_s / q_s = 64,2 \text{ lfdm}$$