

**Hydraulische Berechnungen****Haltepunkt Marienhof: Bau-km 106,7+17 bis Bau-km 106,9+27****Ausgangswerte und geometrische Verhältnisse:**

Gesamtdauer der Wasserhaltung ca.	TWH	=	48 Mon
Ausdehnung gesamter Wasserhaltungsbereich (O-W) ca.	a	=	280 m
Ausdehnung gesamter Wasserhaltungsbereich (N-S) ca.	b	=	60 m
Ausdehnung hochliegende Baugrube (O-W) ca.	a'	=	100 m
Ausdehnung hochliegende Baugrube (N-S) ca.	b'	=	65 m
Grundfläche hochliegende Baugrube ca.	A	=	6500 m <sup>2</sup>
GOK im Mittel (515,5 bis 516,5 müNN) ca.			516,0 müNN
tiefste BGS (Baugrube: 472,5 müNN / Tunnel: 473,5 müNN)			473,0 müNN
OK-Tertiär			512,5 müNN
Wasserstand Bauzeit HW <sub>Bau</sub> (509,5 bis 510,0 müNN)			509,8 müNN
Bemessungswasserstand HW <sub>End</sub> (510,0 bis 511,5 müNN)			510,8 müNN
Absenkziel 0,5 m unter Tunnelsohle			472,5 müNN
Mindesttiefe Entspannungsbrunnen ca.			449,0 müNN
Angenommene mittlere Gesamtdicke der zu entspannenden und zu entwässernden Tertiärsandlagen (bzw. größte Zustrommächtigkeit zum Absenktrichter) gemäß Bodenaufschlüssen	m <sub>entsp</sub>	=	20,0 m
Erforderliche Absenkung unter HW <sub>Bau</sub>	s	=	37,3 m
Angesetzte Mindesttiefe Entspannungsbrunnen unter Sohle (Die Druckluftunterstützung in den Spritbetonabschnitten ist mitberücksichtigt, siehe Text Abschnitt 10.5.2.2)			24,0 m
Mindesttiefe Entspannungsbrunnen müNN ca.			449,0
Mindesttiefe Entspannungsbrunnen ab GOK ca.			67,0 m
k-Wert Tertiärsand (Tertiärentspannung)	k (ts)	=	5,0E-05 m/s
Bemessungsniederschlag	r <sub>15(0,2)</sub>	=	0,210 m <sup>3</sup> /(s ha)

**Hydraulische Berechnungen****Haltepunkt Marienhof: Bau-km 106,7+17 bis Bau-km 106,9+27****I Berechnung der zu fördernden Wassermengen**

Die Abschätzung der zu fördernden Wassermengen erfolgt für den Wasserstand  $HW_{\text{Bau}}$ . 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  $m_{\text{entsp}}$  ausgegangen, die im Tiefenbereich der zwischen GOK erforderlicher Entspannungstiefe unterhalb den Bauwerken anstehen.

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

Wasserandrang zur Baugrube (Ersatzbrunnen) bei gespanntem Grundwasser:

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

$ARE = a / 3$  (für langgestreckte Baugruben)

ARE = 93,3 m

$R = 3000 \times s \times \sqrt{k} (ts) =$  791 m

$Q_{\text{entsp.}} = (2 \times \pi \times k (ts) \times m_{\text{entsp}} \times s / (\ln R - \ln ARE)) =$  0,1096 m<sup>3</sup>/s

$Q_{\text{entsp.}} =$  109,6 l/s

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

$Q_{\text{Entsp}} \times (3600 \times 24 \times 365 \times \text{TWH}/12) =$  13830841 m<sup>3</sup>/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 der Baugrube folgende Wassermenge an:

$QN_{15} = r_{15(0,2)} \times 15 \text{ min} \times 60 \text{ s} \times A \times 1/10000 \text{ m}^2 =$  122,9 m<sup>3</sup> / 15 min

Diese Niederschlagswassermenge kann bei einer zusätzlichen Pumpleistung 11,4 l/s in etwa drei Stunden abgepumpt werden.

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

$Q_{\text{Njahr}} = 0,95 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times A \times \text{TWH}/12 =$  24700 m<sup>3</sup>/TWH

Dies entspricht bei der Restwasserhaltung einer durchschnittlichen Förderrate von:

24700 m<sup>3</sup> / (TWH x 24 x 3600 x 365/12) = 0,00020 m/s 0,20 l/s

**Wassermengen für die Wasserhaltungsdauer:**

Gesamtdauer der Wasserhaltung 48 Mon

**Wasseranfall:**

Tertiärentspannung / Tertiärwasserhaltung 109,6 l/s

Niederschlagswasser (Mittel) 0,2 l/s

Wasserhaltungsbetrieb + Starkregen 121,0 l/s

Wasserhaltungsbetrieb 109,8 l/s

**Gesamtwassermenge 13855541 m<sup>3</sup>**

## Hydraulische Berechnungen

Rettungsschächte: (RS 5 Bau-km 106,2+18 und RS 6 Bau-km107,5+27)

## Ausgangswerte und geometrische Verhältnisse (Vertikalschächte):

Voraussichtliche Verbauart

			RS 5	RS 6
			Bohrpfahl Spritzbeton	Bohrpfahl wand
Gesamtdauer der Wasserhaltung in Monaten ca.	TWH	=	6	6 Mon
Zugangsschacht: Durchmesser	d	=	10	10 m
Durchmesser des Kreises aus Absenkbrunnen um den Schacht	d br	=	14	14 m
Zugangsschacht: Tiefe BGS unter GOK	t	=	44	23 m
Zugangsschacht: Umfang	U	=	31	31 m
Zugangsschacht: Grundfläche ca.	A	=	79	79 m <sup>2</sup>
GOK ca.			518,8	512,7 müNN
Zugangsschacht: tiefste BGS			474,8	489,7 müNN
OK-Tertiär			511,0	505,0 müNN
Wasserstand Bauzeit HW <sub>Bau</sub>			513,0	507,1 müNN
Bemessungswasserstand HW <sub>End</sub>			513,9	508,4 müNN
Zugangsschacht: Absenkziel			474,3	489,2 müNN
Druckluftunterstützung	P	=	0,0	0,0 bar
Angesetzte Mindesttiefe Entspannungsbrunnen unter Sohle (Minimum aus 1,5 x d und 1,1 x (HW <sub>Bau</sub> - tiefste BGS))			15,0	15,0 m
Mindesttiefe Entspannungsbrunnen müNN ca.			459,8	474,7 müNN
Mindesttiefe Entspannungsbrunnen ab GOK ca.			59,0	38,0 m
Filterstrecke Entspannungsbrunnen ca.		von	44,0	23,0 m
		bis	59,0	38,0 m
Angenommene mittlere Gesamtdicke der zu entspannenden bzw. zu entwässernden Tertiärsandlagen gemäß Bodenaufschlüssen	m <sub>entsp</sub>	=	10,0	10,0 m
Erforderliche Gesamtabenkung HW <sub>Bau</sub> (Mittel)	s	=	38,7	17,9 m
Absenkung innerhalb der Baugrube im Quartär bei HW <sub>Bau</sub> (Mittel)	s <sub>q</sub>	=	2,0	2,1 m
Absenkung innerhalb der Baugrube im Tertiär bei HW <sub>End</sub>	s <sub>t</sub>	=	36,7	15,8 m
Potential der Entspannungswasserhaltung unter Berücksichtigung der Druckluft	s <sub>ent</sub>	=	38,7	17,9 m
UK Filter Versickerungsbrunnen Quartär (=OK Tertiär)			511,0	505,0 müNN
Stauhöhe im Sickerbrunnen Quartär (max. HW <sub>End</sub> )	Z <sub>q</sub>	=	0,9	1,3 m
Stauhöhe im Sickerbrunnen Quartär (bis GOK)	Z <sub>q max</sub>	=	5,8	5,6 m
Stauhöhe in der Rigole	Z <sub>rig</sub>	=	1,0	1,0 m
Brunnenradius (Quartär)	r <sub>q</sub>	=	0,30	0,30 m
benetzte Filterlänge Quartärversickerung	h' <sub>q</sub>	=	2,9	3,4 m
Sohlbreite eine Sickerrigole	b <sub>Rig</sub>	=	0,5	0,5 m
k-Wert Tertiärsand	k (ts)	=	5,0E-05	5,0E-05 m/s
k-Wert Quartärkies (Versickerung)	ksick (q)	=	1,3E-03	1,3E-03 m/s
Quartäre Grundwassermächtigkeit HW <sub>End</sub> (Mittel)	H <sub>End</sub> (q)	=	2,9	3,4 m
Quartäre Grundwassermächtigkeit HW <sub>Bau</sub> (Mittel)	H <sub>Bau</sub> (q)	=	2,0	2,1 m
Entwässerbarer Porenanteil Quartär	n (q)	=	0,25	0,25
Entwässerbarer Porenanteil Tertiär (Mittel Ton/Sand)	n (t)	=	0,15	0,15
Bemessungsniederschlag	r <sub>15(0,2)</sub>	=	0,210	0,210 m <sup>3</sup> /(s ha)

**Hydraulische Berechnungen****Rettungsschächte: (RS 5 Bau-km 106,2+18 und RS 6 Bau-km107,5+27)****I Rettungsschächte (Vertikalschächte): Berechnung der Wassermengen**

Die Abschätzung der zu fördernden Wassermengen der Restwasserhaltung des wasserundurchlässigen Baugrubentrogens erfolgt für den hohen angenommenen Wasserstand  $HW_{Bau}$ .

**Trogwasser (vereinfacht zum erstmaligen Absenken)**

$$V_{Trog} = A \times [s(q) \times n(q) + s(t) \times n(t)] =$$

RS 5	RS 6
472	227 m <sup>3</sup>

Zum Abpumpen dieser Wassermenge innerhalb von 10 Tagen ist folgend Pumpleistung erforderlich:

$$Q_{Trog} \times 1000 / (10 \times 24 \times 3600) =$$

0,5	0,3 l/s
-----	---------

**Restwasser aus Umströmung der Umschließung:**

Restwasser aus Umströmung der Umschließung wird nicht angesetzt, da das den Schächten von unten durch eine Sohlschicht zuströmende Wasser, bei ausreichender Brunnenanzahl und Tiefe vollständig von der Tertiärentspannung aufgenommen wird.

**Sickerwasser aus der Baugrubenumschließung (nur Bohrfahlwand / Schlitzwand):**

Zur Abschätzung der Sickerwassermenge wird einheitlich  $q = 0,002 \text{ m}^3/\text{s}$  je  $1000 \text{ m}^2$  benetzter Fläche der Baugrubenumschließung angenommen. Die Berechnung erfolgt für die benetzte Mantelfläche der Umschließung unter  $HW_{Bau}$ .

Höhe der benetzten Mantelfläche der Umschließung	4,4	11,9 m
$Q_{Wand} = U \times s \times 0,002 / 1000 =$	0,0003	0,0007 m <sup>3</sup> /s
$Q_{Wand} =$	0,3	0,7 l/s

Bei einem Betrieb der Wasserhaltung von TWH ist entsprechend dieser Abschätzung etwa mit folgender Wassermenge zu rechnen:

$$Q_{Wand} \times (3600 \times 24 \times 365 \times TWH / 12) =$$

4359	11789 m <sup>3</sup> /TWH
------	---------------------------

**Wassermenge der Tertiärentspannung / Tertiärenwässerung:**

Zur überschlägigen Abschätzung des Wasserandrangs der Tertiärwasserhaltung wird von feinkornarmen Tertiärsandlagen der Gesamtmächtigkeit  $m_{entsp}$  ausgegangen, die im zu entspannenen und zu etwässernden Tiefenbereich anstehen. Die Entspannung erfolgt bis auf das Niveau der Restwasserhaltung im Schacht.

Wasserandrang zur Baugrube (Ersatzbrunnen) bei gespanntem Grundwasser:

$ARE = d_{br} / 2 =$	RS 5	RS 6
	7,0	7,0 m
$R = 3000 \times s \times \sqrt{k} (ts) =$	821	380 m
$Q_{entsp.} = (2 \times \pi \times k (ts) \times m_{entsp} \times s_{ent} / (\ln R - \ln ARE) =$	0,0255	0,0141 m <sup>3</sup> /s
$Q_{entsp.} =$	25,5	14,1 l/s

Bei einer Betriebszeit der Wasserhaltung von TWH fallen entsprechend dieser Abschätzung etwa folgende Wassermengen aus der Tertiärwasserhaltung an:

$$Q_{Entsp} \times (3600 \times 24 \times 365 \times TWH / 12) =$$

402349	222030 m <sup>3</sup> /TWH
--------	----------------------------

**Hydraulische Berechnungen****Rettungsschächte: (RS 5 Bau-km 106,2+18 und RS 6 Bau-km107,5+27)****Niederschlagswasser:**

Im dichten Baugrubentrog muß das anfallende Niederschlagswasser zeitlich verzögert von der Wasserhaltung gefördert werden. Beim 15-minütigen Bemessungsregen  $r_{15(0,2)}$  fällt in der Baugrube folgende Wassermenge an:

$$Q_{N15} = r_{15(0,2)} \times 15 \text{ min} \times 60 \text{ s} \times A \times 1/10000 \text{ m}^2 =$$

RS 5	RS 6
1,5	1,5 m <sup>3</sup> / 15

Diese Niederschlagswassermenge kann bei einer zusätzlichen Pumpleistung von in etwa drei Stunden mit der Restwasserhaltung abgepumpt werden

0,1	0,1 l/s
-----	---------

Bei einem Jahresniederschlag von ca. 950 mm fällt bei einer angenommenen Bauzeit von TWH Monaten bis zur Inbetriebnahme einer geordneten Oberflächenentwässerung folgende Wassermenge an:

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

37	37 m <sup>3</sup> /TWH
RS 5	RS 6
0,000002	0,000002 m/s =

Dies entspricht bei der Restwasserhaltung einer durchschnittlichen Förderrate von:

0,00237	0,00237 l/s
---------	-------------

**Wassermengen während der Bauzeit:****Rettungsschächte (Vertikalschächte)**Wasseranfall:

	RS 5	RS 6
Trogwasser	0,5	0,3 l/s
Sickerwasser Baugrubenumschließung	0,3	0,7 l/s
Tertiärenspannung / Tertiärwasserhaltung	25,5	14,1 l/s
Niederschlagswasser (Mittel)	0,0	0,0 l/s
Niederschlagswasser (Starkregen)	0,1	0,1 l/s
Während des Leerpumpens des Troges	0,8	1,0 l/s
Wasserhaltungsbetrieb + Starkregen	25,9	15,0 l/s
Wasserhaltungsbetrieb	25,8	14,8 l/s
<b>Gesamtwassermenge:</b>	<b>407217</b>	<b>234084 m<sup>3</sup></b>

Während des Leerpumpens des Troges ist von folgender maximaler rechnerischer Wassermenge

$$Q_{\text{MAX Absenk}} = \text{Trogw.} + \text{Sickerw.} + \text{Niederschlag} =$$

0,8	1,0 l/s
-----	---------

Nach Inbetriebnahme der Tertiärenspannung ist unter Berücksichtigung eines Starkregenereignisses von folgender maximaler rechnerischer Restwassermenge auszugehen:

$$Q_{\text{MAX Rest}} = \text{Sickerwasser} + \text{Tertiärenspannung} + \text{Starkregen} =$$

25,9	15,0 l/s
------	----------

Ohne Berücksichtigung des Starkregens reduziert sich die rechnerische Restwassermenge nach dem Leerpumpen des Troges auf:

$$Q_{\text{MAX Rest}} = \text{Sickerw.} + \text{Tertiärenspannung} + \text{Niederschlagswasser} =$$

25,8	14,8 l/s
------	----------

**Hydraulische Berechnungen****Rettungsschächte: (RS 5 Bau-km 106,2+18 und RS 6 Bau-km107,5+27)****II Rettungsschächte (Vertikalschächte): Berechnung der Grundwasserversickerung**

	RS 5	RS 6
Im normalen Wasserhaltungsbetrieb fallen rechnerisch bis zu ca.	25,8	14,8 l/s

an. Es wird die Versickerungsmöglichkeit durch Brunnen oder Rigolen im Quartärkies untersucht.

Maximal zu versickernde Wassermenge $Q_s =$	0,0259	0,0150 m <sup>3</sup> /s
---------------------------------------------	--------	--------------------------

**Brunnenversickerung (Quartär ungespannt):**

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

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

$R(q) = 3000 \times z_q \times \sqrt{k_{sick}(q)}$	RS 5	RS 6
	97	141 m

Die benötigte Fläche nach Dupuit-Thiem (Ersatzradius):

$\ln ARE = \ln R(q) + \pi \times k_{sick}(q) \times [HW_{Bau}^2 - (HW_{Bau} + z_q)^2] / Q_s =$	3,88	2,99
$ARE =$	48,61	19,98 m

Der Aufstaukegel reicht je nach Versickerungsstandort unter Nachbargrundstücke, geht aber nicht über  $HW_{End}$  hinaus.

Vom Einzelbrunnen abströmende Wassermenge:

$Q_s = \pi \times k_{sick} \times [HW_{Bau}^2 - (HW_{Bau} + z_q)^2] / (\ln R - \ln r_q) =$	RS 5	RS 6
$Q_s =$	-0,0031	-0,0047 m <sup>3</sup> /s
	-3,1	-4,7 l/s

Fassungsvermögen eines Sickerbrunnens:

$q_s = 2 \times r_q \times \pi \times h'q \times \sqrt{(k_{sick}(q) / 15)} =$	RS 5	RS 6
$q_s =$	-0,0131	-0,0154 m <sup>3</sup> /s
	-13,1	-15,4 l/s

Der geringere Wert aus Abströmung und Fassungsvermögen ist maßgeblich:

rechnerische Mindestanzahl der Brunnen:	8,3	3,2 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	m <sup>3</sup> /s je lfdm
$q_s =$	-1,30	-1,30 l/s je lfdm
$L_{rig} = Q_s / q_s =$	19,9	11,5 lfdm

## Hydraulische Berechnungen

Rettungsschächte: (RS 5 Bau-km 106,2+18 und RS 6 Bau-km107,5+27)

Ausgangswerte und geometrische Verhältnisse (Stollenbauwerke):		RS 5	RS 6
Gesamtdauer der Wasserhaltung ca.	TWH =	5	6 Mon
Zu entwässernde Länge des Stollensystems im Grundriss ca.	a =	30	55 m
Zu entwässernde Breite des Stollensystems im Grundriss ca.	b =	14	20
Stollendurchmesser bzw. Höhe ca.	d Stollen =	5	5 m
Zugangsschacht: Grundfläche ca.	A =	420	1100 m <sup>2</sup>
GOK ca.		518,8	512,7 müNN
höchste Stollenfirne ca.		479,0	494,0 müNN
tiefste Stollensohle ca.		475,0	478,0 müNN
OK-Tertiär		511,0	505,0 müNN
Wasserstand Bauzeit HW <sub>Bau</sub>		513,0	507,1 müNN
Bemessungswasserstand HW <sub>End</sub>		513,9	508,4 müNN
Absenkziel		474,5	477,5 müNN
Druckluftunterstützung	P =	1,0	1,0 bar
Mindesttiefe Entspannung unter Sohle: ca 1,5 x d Stollen		7,5	7,5 m
Mindesttiefe Entspannungsbrunnen bis müNN ca.		467,5	470,5 müNN
Mindesttiefe Entspannungsbrunnen ab GOK ca.		51,3	42,2 m
Filterstrecke Entspannungs- Entwässerungsbrunnen ca.	von bis	20 51	19 m 42 m
Angenommene mittlere Gesamtdicke der zu entspannenden bzw. zu entwässernden Tertiärsandlagen gemäß Bodenaufschlüssen	m <sub>entsp</sub> =	8,0	6 m
Gesamtabenkung bei HW <sub>Bau</sub> (Mittel)	s =	38,5	29,6 m
Potential der Entspannungswasserhaltung unter Berücksichtigung der Druckluft	s <sub>ent</sub> =	28,5	19,6 m
UK Filter Versickerungsbrunnen Quartär (=OK Tertiär)		511,0	505,0 müNN
Stauhöhe im Sickerbrunnen Quartär (max. HW <sub>End</sub> )	Z <sub>q</sub> =	0,9	1,3 m
Stauhöhe im Sickerbrunnen Quartär (bis GOK)	Z <sub>q max</sub> =	5,8	5,6 m
Stauhöhe in der Rigole	Z <sub>rig</sub> =	1,0	1,0 m
Brunnenradius (Quartär)	r <sub>q</sub> =	0,30	0,30 m
benetzte Filterlänge Quartärversickerung	h'q =	2,9	3,4 m
Sohlbreite eine Sickerrigole	b Rig =	0,5	0,5 m
k-Wert Tertiärsand	k (ts) =	5,0E-05	5,0E-05 m/s
k-Wert Quartärkies (Versickerung)	ksick (q) =	1,3E-03	1,3E-03 m/s
Quartäre Grundwassermächtigkeit HW <sub>Bau</sub> (Mittel)	H <sub>Bau</sub> (q) =	2,0	2,1 m

**Hydraulische Berechnungen****Rettungsschächte: (RS 5 Bau-km 106,2+18 und RS 6 Bau-km107,5+27)****I Rettungsschächte (Stollenbauwerke): Berechnung der zu fördernden Wassermengen**

Die Abschätzung der zur Herstellung der Stollen zu fördernden Wassermengen erfolgt für den hohen angenommenen Wasserstand HW<sub>Bau</sub> als Zuströmung zu einer (fiktiven) Baugrube in der alle zu errichtenden Stollen liegen (Ersatzbrunnenverfahren).

**Wassermenge der Tertiärwasserhaltung- und Entspannung:**

Zur überschlägigen Abschätzung des Wasserandrangs wird der Zustrom in allen Tertiärsandlagen der Gesamtmächtigkeit  $m_{entsp}$  berechnet, die von Brunnen im Tiefenbereich des Stollens und der darunter liegenden Entspannungstiefe erfasst werden.

Die Entspannung erfolgt bis auf Höhe UK-Stollen - 0,5 m

Wasserandrang zur Baugrube (Ersatzbrunnen) bei gespanntem Grundwasser:

	RS 5	RS 6
ARE = $a \times 0,195 + b \times 0,385$ ( für rechteckige Baugruben)		
ARE = $a / \varepsilon$ (für langgestreckte Baugruben)		
ARE =	11,2	18,4 m
$R = 3000 \times s \times \sqrt{k} (ts) =$	817	628 m
$Q = (2 \times \pi \times k (ts) \times m_{entsp} \times s_{ent} / (\ln R - \ln ARE) =$	0,0167	0,0105 m <sup>3</sup> /s
Q =	16,7	10,5 l/s

Bei einer Betriebszeit der Wasserhaltung von TWH Monaten fallen entsprechend dieser Abschätzung etwa folgende Wassermengen aus der Tertiärwasserhaltung/entspannung an:

Q Entsp $\times (3600 \times 24 \times 365 \times TWH / 12) =$	219601	165085 m <sup>3</sup> /TWH
----------------------------------------------------------------	--------	----------------------------

**Hydraulische Berechnungen****Rettungsschächte: (RS 5 Bau-km 106,2+18 und RS 6 Bau-km107,5+27)****II Rettungsschächte (Stollenbauwerke): Berechnung der Grundwasserversickerung**

Maximal zu versickernde Wassermenge $Q_s =$	0,0167	0,0105 m <sup>3</sup> /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  $H_{WEnd}$  begrenzt.

Reichweite $R(q)$ des Aufstaukegels bei Versickerung im Quartärkies	RS 5	RS 6
$R(q) = 3000 \times z_q \times \sqrt{k_{sick}(q)}$	97	141 m

Die benötigte Fläche nach Dupuit-Thiem (Ersatzradius):

$\ln ARE = \ln R(q) + \pi \times k_{sick}(q) \times [H_{Bau} - (H_{Bau} + z_q)^2] / Q_s =$	3,50	2,16
$ARE =$	33,14	8,65 m

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

Vom Einzelbrunnen abströmende Wassermenge:

$Q_s = \pi \times k_{sick} \times [H_{Bau}^2 - (H_{Bau} + z_q)^2] / (\ln R - \ln r_q) =$	-0,0031	-0,0047 m <sup>3</sup> /s
$Q_s =$	-3,1	-4,7 l/s

Fassungsvermögen eines Sickerbrunnens:

$q_s = 2 \times r_q \times \pi \times h'_q \times \sqrt{(k_{sick}(q)) / 15} =$	-0,0131	-0,0154 m <sup>3</sup> /s
$q_s =$	-13,1	-15,4 l/s

Der geringere Wert aus Abströmung und Fassungsvermögen ist maßgeblich:  
rechnerische Mindestanzahl der Brunnen:

5,4	2,2 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	-0,0013 m <sup>3</sup> /s je lfdm
$q_s =$	-1,30	-1,30 l/s je lfdm
$L_{rig} = Q_s / q_s =$	12,9	8,1 m