

Straßenbauverwaltung: Freistaat Bayern, Autobahndirektion Südbayern

Straße / Abschnittsnummer / Station: A99_320_0,494 bis A99_340_3,923

**A 99 Autobahnring München
Sanierung Tunnel Allach und Temporäre Seitenstreifenfreigabe
(TSF) AD München-Allach bis AD München-Feldmoching**

PROJIS-Nr.:

FESTSTELLUNGSENTWURF

vom 11.12.2020

Vorplanung der Wasserhaltung
nachrichtlich

aufgestellt:
Autobahndirektion Südbayern



Dr. Eid, Ltd. Baudirektor
München, den 11.12.2020



Baugeol. Büro Bauer GmbH, Domagkstraße 1 a, 80807 München

An die
Autobahndirektion Südbayern
Herr Daniel Davies
Bergsonstraße 30

81245 München

Baugeologisches Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1 a
D-80807 München

www.baugeologie.de

Bearbeiter: Tanja Sattler
Klaus Keilig

Telefon: +49-89-36040-460

Fax: +49-89-36040-100

e-mail: Tanja.Sattler@baugeologie.de

A99, AD Allach – AD Feldmoching; Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)

Vorplanung der Wasserhaltung

Projektnummer: 05977-01
Vertragsnummer: 2 0045 19 D 1225
Auftraggeber: Autobahndirektion Südbayern
Bergsonstraße 30
81245 München
Datum: 20.10.2020

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Grundlagen und Untersuchungen	4
1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung.....	4
1.2 Verwendete Unterlagen.....	4
2 Hydrologische Situation im Projektgebiet	5
2.1 Beeinflussung der Baumaßnahme durch das Grundwasser	5
2.2 Mögliche Wasserhaltungsvarianten.....	6
2.3 Voraussichtlicher Bauzeitenplan bzw. Dauer der Wasserhaltungsmaßnahmen für die einzelnen Gewerke	8
3 Orientierende Bemessung der Wasserhaltung	9
3.1 Bemessung der Wasserhaltung für Bereiche mit offener Wasserhaltung.....	9
3.1.1 Kabelhaus 3 (+ Kernbohrungen).....	10
3.1.2 Schacht 3.1	10
3.1.3 Schacht WP 7.....	11
3.1.4 Schacht WP 6.....	12
3.1.5 Kabeltrasse zwischen Kabelhaus 2 und Kabelhaus 3	12
3.1.6 Kabeltrasse zwischen Schacht WP 6 und WP 7	13
3.2 Bemessung der Wasserhaltung für Bereiche mit wasserabhaltender Baugrubenumschließung mittels Baggerschlitten	14
3.2.1 Eversbuschstraße + Schacht 1.6.....	14
3.2.2 Kabelhaus 2 + Schacht 1.7.....	16
3.2.3 Schacht 2.1	16
3.2.4 Schacht 2.2	17
3.2.5 Brücke über die Würm	18
3.2.6 Kabeltrasse westlich des WL Würm West (Block 17 + 18)	19
3.2.7 Kabeltrasse zwischen Schacht 1.5 und Schacht 1.6	20
3.3 DB-Querung.....	21
3.3.1 Startgrube der DB-Querung	21
3.3.2 Zielgrube der DB-Querung + Schacht 4.5.....	22
4 Zusammenfassung der bauzeitlich anfallenden Wassermengen	24
5 Anordnung und Funktionsweise der Pumpen.....	25
6 Versickerung des anfallenden Wassers	26
7 Schlussbemerkung	27

Tabellenverzeichnis**Seite**

Tab. 1:	Zusammenstellung der im HW10-Fall unter das Grundwasser reichenden Gewerke sowie die Einbindetiefe ins Grundwasser.	6
Tab. 2:	Zusammenstellung der im HQ/HW10-Fall unter das Grundwasser reichenden Gewerke sowie die Einbindetiefe ins Grundwasser und die geplanten Wasserhaltungsmaßnahmen .	8
Tab. 3:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Kabelhaus 3.	10
Tab. 4:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Schacht 3.1.	11
Tab. 5:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Schacht WP 7.	11
Tab. 6:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Schacht WP 6.	12
Tab. 7:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für die Kabeltrasse zwischen Kabelhaus 2 und Kabelhaus 3.	13
Tab. 8:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für die Kabeltrasse bei WP 6 und WP 7.	14
Tab. 9:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Eversbuschstraße + Schacht 1.6.	15
Tab. 10:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Kabelhaus 2 + Schacht 1.7.	16
Tab. 11:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Schacht 2.1.	17
Tab. 12:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Schacht 2.2.	17
Tab. 13:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für das Widerlager West der Brücke über die Würm.	18
Tab. 14:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Widerlager Ost der Brücke über die Würm.	18
Tab. 15:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für die Kabeltrasse bei Block 17-18.	19
Tab. 16:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für die Kabeltrasse zw. S1.5 und S1.6.	20
Tab. 17:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für die Startgrube der Durchpressung.	22
Tab. 18:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für die Zielgrube der Durchpressung.	23
Tab. 19:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für den Schacht 4.5 und die Querung der Wilhelm-Zwölfer Straße.	23
Tab. 20:	Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für alle Gewerke.	24

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Geographischer Übersichtslageplan, M = 1 : 50.000
Anlage 2	Detallageplan mit Beeinflussung der Baumaßnahme durch das Grundwasser
Anlage 3	Hydrologischer Längsschnitt, M = 1 : 250
Anlage 4	Ermittlung der Grundwassermenge (Offene Wasserhaltung)
Anlage 5	Dimensionierung der Wasserhaltung
Anlage 5.1	Dimensionierung für Bereiche mit wasserabhaltender Umschließung
Anlage 5.2	Dimensionierung für Bereiche mit offener Wasserhaltung
Anlage 5.3	Dimensionierung für DB-Querung (Start- und Zielgrube)

1 Grundlagen und Untersuchungen

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Basierend auf den Ergebnissen der Besprechung am 05.02.2020 zur Spartenverlegung auf dem Allacher Tunnel wurde die Baugeologisches Büro Bauer GmbH mit der Erstellung eines Wasserhaltungskonzeptes beauftragt. Da Teilbereiche des Kabelkanals sowie weitere Gewerke (Kabelhäuser, Schächte, Bahnquerung, Brücke Würm) unter dem bauzeitlichen Bemessungswasserstand zu liegen kommen, werden die hydrologischen Gegebenheiten im Projektgebiet im Folgenden zusammengefasst, der Einfluss auf die Gewerke erläutert und Empfehlungen für die Wasserhaltungsmaßnahmen beschrieben.

Basierend auf der Vorplanung der Wasserhaltung (Stellungnahme, Entwurf Stand 10.03.20) wurden in der Besprechung am 12.03.2020 in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber sowie den weiteren Projektbeteiligten die Wasserhaltungsmaßnahmen für die Spartenverlegung im Bereich des Allacher Tunnels festgelegt. Im vorliegenden Bericht wird nun die Konzeptionierung und Dimensionierung der Wasserhaltungsmaßnahmen für die einzelnen Gewerke beschrieben.

1.2 Verwendete Unterlagen

Folgende Unterlagen fanden zur Erstellung dieses Berichtes vor allem Verwendung:

- [U 1] Baugeologisches Büro Bauer (2019): A99; AD Allach – AD Feldmoching, Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1) Strecke.– Geologisch-geotechnischer Bericht, gef. 11.12.2019.
- [U 2] Baugeologisches Büro Bauer (2019): A99; AD Allach – AD Feldmoching, Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1) Querung Bahngleise, Bahnstrecke 5544 ca. Bahn-km 12,3+16,903 und 5501 ca. Bahn-km 12,3+34,261.– Geologisch-geotechnischer Bericht, gef. 11.12.2019.
- [U 3] Baugeologisches Büro Bauer GmbH (2019): A99; AD Allach – AD Feldmoching, Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1). Hydrologischer Bericht, Index A, gef. 20.10.2020.
- [U 4] Davidenkoff, R (1956): Angenäherte Ermittlung des Grundwasserzuflusses zu einer in einem durchlässigen Boden ausgehobenen Baugrube.– Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau, Nr. 7. Karlsruhe 1956.
- [U 5] Baugeologisches Büro Bauer (2020): A99, AD Allach – AD Feldmoching; Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1).– Vorplanung der Baugruben, gef. 07.10.2020.
- [U 6] SSF Ingenieure AG (2020): A99 Autobahnring München, Sanierung des Tunnels Allach und Temporäre Seitenstreifenfreigabe (TSF), AD München – Allach bis AD München – Feldmoching, von Bau-km 10+000 bis Bau-km 16+800, gez. 19.02.2020

2 Hydrologische Situation im Projektgebiet

Die Grundwassersituation des Projektgebietes ist im hydrologischen Bericht (gef. 11.12.2019) beschrieben. Gemäß den Angaben des Auftraggebers (Besprechung vom 05.02.2020) wird als bauzeitlicher Bemessungswasserstand ein HW10 (ohne Sicherheitsaufschlag) angesetzt. Die entsprechenden Wasserstände für die einzelnen Gewerke bzw. Abschnitte der Kabeltrasse sind dem von der Baugeologisches Büro Bauer GmbH zur Verfügung gestellten Längsschnitt zu entnehmen (siehe Anlage 3). Das HW10 wurde anhand einiger Messstellen im Projektgebiet ermittelt und auf den Tunnel projiziert. Kleinräumige Schwankungen bzw. eine Beeinflussung durch Fließgewässer (Würm) können in diesem Modell nicht adäquat dargestellt werden und müssen gesondert betrachtet werden.

Für den Nahbereich der Würm wurden seitens des WWA Münchens folgende Informationen bezüglich der Hochwasserstände der Würm zur Verfügung gestellt:

HQ10: 497,4 m ü. NN

HQ100: 497,6 m ü. NN

Diese Hochwasserstände der Würm sind für die Brücke über die Würm, sowie nahegelegene Gewerke anzusetzen und werden im Folgenden für die Bemessung der Baugruben zur Herstellung der Widerlager sowie die daran anschließende Kabeltrasse herangezogen.

2.1 Beeinflussung der Baumaßnahme durch das Grundwasser

Im Abschnitt zwischen der Brücke über die Würm bis einschließlich der Querung der Wilhelm-Zwölfer-Straße wird die Kabeltrasse sowie die einzelnen damit verbundenen Gewerke bei Hochwasserständen (HW10) durch das Grundwasser beeinflusst. Dies gilt auch für die Schächte im Bereich des Westportals (WP 6 und WP 7). Die abseits des Tunnels geplante Durchpressung Bahn (DB-Querung) greift zudem auch bei Mittelwasserständen ins Grundwasser ein.

In der folgenden Tabelle (Tab. 1) sind die gemäß des hydrologischen Modells unter dem bauzeitlichen Bemessungswasserstand zu liegen kommenden Gewerke aufgeführt. Die anhand der Messdaten interpolierten Wasserstände im HW10-Fall sowie die Einbindung in das HW10 ist in der Tabelle (Tab. 1) für die einzelnen Gewerke ebenfalls dargestellt.

Tab. 1: Zusammenstellung der im HW10-Fall unter das Grundwasser reichenden Gewerke sowie die Einbindetiefe ins Grundwasser.

Gewerk	UK Gewerk [m ü. NN]	Wasserstand im HQ10/HW10-Fall [m ü. NN]	Einbindung in HQ/HW10 [m]
Querung Würm (Widerlager West)	496,20	497,40 (HQ10 Würm)	1,20
Querung Würm (Widerlager Ost)	495,90	497,40 (HQ10 Würm)	1,50
Eversbuschstraße + Schacht 1.6	495,88	496,82	0,94
Kabelhaus 2 + Schacht 1.7	495,51	496,73	1,22
Schacht 2.1	495,43	496,57	1,14
Schacht 2.2	495,53	496,39	0,86
Kabelhaus 3	495,68	496,18	0,50
Schacht 3.1	495,91	496,04	0,13
Durchpressung Bahn (Startgrube)	494,00	495,85	1,85
Durchpressung Bahn (Zielgrube)	494,00	495,85	1,85
Schacht 4.5 + Querung Wilh.- Zwölfer-Straße	495,13	495,68	0,55 ¹⁾
Schacht WP 7	497,55	497,40	0,15
Schacht WP 6	497,55	497,40	0,15
Kabeltrasse	variiert		

¹⁾ Da eine Absenkung bis 0,5 m unter Gründungssohle notwendig ist (Lage abseits des Tunnels), beträgt die tatsächlich notwendig Absenkung ca. 1 m und eine offene Wasserhaltung ist folglich nicht möglich

2.2 Mögliche Wasserhaltungsvarianten

Aufgrund der Lage der Baumaßnahme auf dem bestehenden Tunnel sowie naturschutzrechtlichen Zwängen, sind gängige Wasserhaltungsmaßnahmen (z. B. Brunnen, wasserdichter Verbau mittels Spundwänden auf dem Tunnel) nicht möglich. Basierend auf diesen Rahmenbedingungen und den geologisch-hydrologischen Gegebenheiten werden im Folgenden zwei bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen vorgestellt: eine wasserabhaltende Baugrubenumschließung mittels Baggerschlitzten und eine offene Wasserhaltung.

Bei einer geringen Einbindung ins Grundwasser im HW10-Fall kann bauzeitlich eine **offene Wasserhaltung** (siehe Kap. 3.1) angewendet werden. Aufgrund des hohen k_f -Wertes der Auffüllungen auf der Tunneldecke, ist diese Wasserhaltungs-Variante aus unserer Sicht lediglich bei einer Einbindung der einzelnen Gewerke von $< 0,7$ m ins HW10 zielführend. Wie in Tab. 1 ersichtlich, kann eine offene Wasserhaltung (Einbindung in HW10 $< 0,7$ m) somit im Bereich des Kabelhaus 3 sowie der Schächte 3.1, WP 6 und WP 7 angewendet werden. Darüber hinaus ist diese Wasserhaltungsvariante für Teilbereiche der Kabeltrasse anwendbar.

Sofern der Wasserstand (HW10-Fall) mehr als 0,7 m über der jeweils geplanten Baugrubensohle liegt, ist eine **wasserabhaltende Umschließung** herzustellen. Eine wasserabhaltende Umschließung ist gemäß vorgenanntem Kriterium (Einbindung der Gewerke ins HW10 von > 0,7 m) somit im Bereich der Eversbuschstraße + Schacht 1.6, Kabelhaus 2 + Schacht 1.7, Schacht 2.1 sowie Schacht 2.2 sowie in einzelnen Abschnitten der Kabeltrasse erforderlich. Die Brücke über die Würm stellt einen Sonderfall dar, da für dieses Gewerk, der Hochwasserstand der Würm (HQ10) maßgebend ist. Da die Baugrubensohle bis zu etwa 1,5 m unter dem HQ10 liegt, ist für die Herstellung der Fundamente eine wasserabhaltende Baugrubenumschließung herzustellen.

Wie in den geologisch-geotechnischen Berichten beschrieben sowie in den Besprechungen diskutiert, kann eine wasserabhaltende Umschließung mit verschiedenen Methoden und auch verschiedenen Verfüllmaterialien hergestellt werden. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse, der Lage auf der Tunneldecke, sowie damit einhergehender Lastbeschränkungen wird die Baugrubenumschließung voraussichtlich mittels Baggerschlitzten hergestellt. Diese Schlitzte werden mit einem geeigneten Medium verfüllt. Bei vorliegendem Projekt ist eine Verfüllung der Schlitzte mit Sandsäcken (ähnlich wie bei Deichen in Überschwemmungsfällen) geplant. Nach Beendigung der Wasserhaltungsmaßnahmen werden diese Sandsäcke entfernt, um die ursprünglichen Strömungsverhältnisse wieder herzustellen. Die erforderliche Schlitzbreite zum Herstellen der wasserabhaltenden Baugrubenumschließung mit Sandsäcken (sog. „Big Bags“) muss etwa 0,75 m bis 1,2 m betragen um eine ausreichende Dichtigkeit zu gewährleisten.

Eine Ausnahme stellt die **Durchpressung (DB-Querung inkl. Schacht 4.5)** dar. Hier ist ebenfalls ein Verbau vorzusehen. Aufgrund der Tiefenlage (UK Schacht unter Mittelwasserstand) sowie der Lage abseits des Tunnels, sind gängige Verbauvarianten anwendbar. Im vorliegenden Bericht wird lediglich auf die Bemessung der Wasserhaltung für die Start- und Zielgrube (inkl. Schacht 4.5) eingegangen. Die Auswirkungen des Vortriebs werden gesondert im Wasserrechtsantrag behandelt.

Eine Zusammenstellung der für die einzelnen Gewerke vorgesehenen Wasserhaltungsmaßnahmen sowie die in Anlehnung an den Bauzeitenplan voraussichtliche Dauer der Wasserhaltungsmaßnahmen ist Tab. 2 zu entnehmen. Die Bauzeit der einzelnen Gewerke richtet sich nach den Angaben des Bauablaufplans. Zeitliche Puffer sind darin bereits enthalten und auf Wunsch des Auftraggebers werden im Folgenden keinen weiteren Bauablaufverzögerungen und Stillstandszeiten berücksichtigt.

Die voraussichtliche Bauzeit der einzelnen Kabeltrassen-Abschnitte ist aus dem Bauzeitenplan nicht ableitbar. Zur Planung der Wasserhaltungsmaßnahmen der jeweiligen Abschnitte wurden deshalb Erfahrungswerte zur Herstellungsdauer herangezogen.

2.3 Voraussichtlicher Bauzeitenplan bzw. Dauer der Wasserhaltungsmaßnahmen für die einzelnen Gewerke

Tab. 2: Zusammenstellung der im HQ/HW10-Fall unter das Grundwasser reichenden Gewerke sowie die Einbindetiefe ins Grundwasser und die geplanten Wasserhaltungsmaßnahmen.

Gewerk	Einbindung in HQ/HW10 [m]	Vorgesehene Wasserhaltungsmaßnahme	Voraussichtliche Dauer der Wasserhaltung
Querung Würm (WL West + Schacht 1.4)	1,20	Wasserabhaltende Baugrubenumschließung	12 Wochen
Querung Würm (WL Ost + Schacht 1.5)	1,50	Wasserabhaltende Baugrubenumschließung	12 Wochen
Eversbuschstraße + Schacht 1.6	0,94	Wasserabhaltende Baugrubenumschließung	16 Wochen
Kabelhaus 2 + Schacht 1.7	1,22	Wasserabhaltende Baugrubenumschließung	28 Wochen
Schacht 2.1	1,14	Wasserabhaltende Baugrubenumschließung	12 Wochen
Schacht 2.2	0,86	Wasserabhaltende Baugrubenumschließung	12 Wochen
Kabelhaus 3 (+ Kernbohrungen)	0,50	Offene Wasserhaltung	29 Wochen
Schacht 3.1	0,13	Offene Wasserhaltung	12 Wochen
Durchpressung Bahn (Startgrube)	1,85	Wasserdichter Baugrubenverbau (Spundwände + Unterwasserbetonsohle)	34 Wochen
Durchpressung Bahn (Zielgrube) + Schacht 4.5 + Querung Wilh.-Zwölfer-Str.	max. 1,85	Wasserdichter Baugrubenverbau (Spundwände + Unterwasserbetonsohle)	34 Wochen
Kabeltrasse	variiert	offene Wasserhaltung / wasserabhaltende Baugrubenumschließung	variiert

3 Orientierende Bemessung der Wasserhaltung

3.1 Bemessung der Wasserhaltung für Bereiche mit offener Wasserhaltung

Unter den oben genannten Rahmenbedingungen wurde für die einzelnen Gewerke bei einer notwendigen Absenkung von $< 0,7$ m eine Bemessung der offenen Wasserhaltung mittels der Formel nach Davidenkoff [U 4] durchgeführt.

Typischerweise beinhalten die Auffüllungen nur geringe bzw. teils ausbleibende Feinkornanteile und weisen Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen $k_f=1 \cdot 10^{-2}$ m/s und $1 \cdot 10^{-6}$ m/s auf (siehe [U 1]). Die anhand der Kornsummenkurven empirisch ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen bei max. $2 \cdot 10^{-2}$ m/s. Da keine in-situ Durchlässigkeitsversuche durchgeführt wurden und die maximal anfallenden Wassermengen (bei hohen Durchlässigkeitsbeiwerten) ermittelt werden sollen, wird im Folgenden von dem im hydrologischen Bericht genannten mittleren k_f -Wert abgewichen und für die Auffüllungen auf der sicheren Seite liegend ein k_f -Wert von $5 \cdot 10^{-2}$ m/s angenommen.

Eine Absenkung des Grundwassers ist über die gesamte Fläche der in der Tab. 1 genannten Baugruben der einzelnen Gewerke zu gewährleisten. Die Absenkanlage wird auf den Bemessungswasserstand (HW10) ausgelegt und für die gesamte Bauzeit wird von einem HW10-Fall ausgegangen. Sofern höhere Wasserstände auftreten, ist ein temporärer Baustopp bzw. eine Bauunterbrechung vorzusehen.

Zur der ermittelten Wassermenge aus der Grundwasserabsenkung fallen je nach Jahreszeit und Witterung während der Bauzeit verschiedene Wassermengen aus Niederschlägen (Tagwasser) an. Diese sollten über Gräben ebenfalls den Pumpen und in Folge dem Absetzbecken zugeführt werden.

$$Q_{TW} = N \cdot A$$

mit: N = Maximalwert der Spanne der Mittlere Jahresniederschlagsmenge
(950 mm= 950 l/m²/a)

A = Fläche der Baugrube

Für regional mögliche Starkregenereignisse in der Größenordnung von bis zu 174 l/s/ha kann eine Spitzenabflussmenge mit

$$Q_{TW} = N_{\text{Spitze}} \cdot A$$

mit: N_{Spitze} = Spitzen- Niederschlagsmenge pro Sekunde (174 l/s/ha)

A = Fläche der Baugrube

angegeben werden.

Im Folgenden werden die anfallenden Wassermengen für die einzelnen Gewerke dargestellt. Die detaillierten Berechnungen zu den Wasserhaltungsmaßnahmen befinden sich in den Anlage 4.

3.1.1 Kabelhaus 3 (+ Kernbohrungen)

Gemäß den Angaben des Auftraggebers beträgt die Fläche der Baugrube des Kabelhauses 3 350 m² (L=25,4 m; B=14,4 m). Da das Kabelhaus 3 direkt auf der Tunneldecke zu liegen kommt, ist ein Zustrom durch die Baugrubensohle nicht möglich, sondern nur ein seitlicher Zustrom durch die Böschungen der Baugrube.

Die zur Absenkung auf Niveau der OK Tunneldecke errechnete Förderleistung muss mindestens **$Q_{\text{Absenk}} = 8,88 \text{ l/s}$** betragen (siehe Anlage 4). Somit ergibt sich bei einer Bauzeit von 203 Tagen (29 Wochen) eine Gesamtwassermenge aus der Grundwasserabsenkung von ca. **$Q_{\text{Absenk}} = 155.748 \text{ m}^3$** .

Bei der Wasserhaltungszeit von 203 Tagen und einer mittleren Jahresniederschlagsmenge von 950 mm (LfU: Mittlerer jährlicher Niederschlag in Bayern (Maximalwert der Spanne) ergibt sich eine Tagwassergesamtmenge von **$Q_{\text{Na}} = 0,01 \text{ l/s} \approx 193 \text{ m}^3 / \text{Bauzeit}$** für die gesamte Baugrube.

Geht man von einem einmaligen 15-minütigen Starkregenereignissen während der gesamten Bauzeit aus, so ergibt sich für die gesamte Baugrube auf der sicheren Seite liegend ein **$Q_{\text{N15, Spitze}} = 5,7 \text{ m}^3 / 15 \text{ min}$** .

Die anfallenden Wassermengen im Bereich von Kabelhaus 3 sind in folgender Tabelle (Tab. 3) zusammengefasst.

Tab. 3: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Kabelhaus 3.

Wassermengen		Bauzeit (203 T)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Wasser aus Grundwasserabsenkung	Q_B	155.748,10	31,97	8,88
Jahresniederschlag	Q_{Na}	193,25	0,04	0,011
15-minütiger Bemessungsregen	Q_{N15}	5,73	-	-
Summen		155.947,08	32,01	8,89

Die Gesamtwassermenge aus der Absenkung und aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend **$Q_{\text{gesamt, BG}} = \text{ca. } 156.000 \text{ m}^3 / 203 \text{ T}$** für die Baugrube des Kabelhauses 3 inkl. der vor dem Bau auszuführenden Kernbohrungen.

3.1.2 Schacht 3.1

Gemäß den Angaben des Auftraggebers beträgt die Fläche der Baugrube des Schachtes 3.1 65 m² (L=5,6 m + Arbeitsraum 3,4 m; B=4,6 m + Arbeitsraum 3,4 m). Da der Schacht 3.1 direkt auf der Tunneldecke zu liegen kommt, ist ein Zustrom durch die Baugrubensohle nicht möglich, sondern nur ein seitlicher Zustrom durch die Böschungen der Baugrube. Nach demselben Prinzip wie für das Kabelhaus 3 wurde die anfallende Wassermenge für den Schacht 3.1 berechnet. Die

anfallenden Wassermengen im Bereich des Kabelhaus 3 sind in folgender Tabelle (Tab. 4) zusammengefasst.

Tab. 4: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Schacht 3.1.

Wassermengen		Bauzeit (84 T)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Wasser aus Grundwasserabsenkung	Q _B	5.080,32	2,52	0,70
Jahresniederschlag	Q _{Na}	15,74	0,01	0,002
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	1,13	-	-
Summen		5.097,19	2,53	0,70

Die Gesamtwassermenge aus der Absenkung und aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend $Q_{\text{gesamt,BG}} = \text{ca. } 5.100 \text{ m}^3/84 \text{ T}$ für die Baugrube des Schachts 3.1.

3.1.3 Schacht WP 7

Im Bereich des Schachtes WP07 liegt der bauzeitliche Bemessungswasserstand knapp unter der Gründungssohle des Schachtbauwerks. Um den Schacht im Trockenen herzustellen und die Verdichtbarkeit der Böden zu gewährleisten, ist eine Absenkung auf 0,5 m unter Baugrubensohle notwendig. Im betrachteten Bereich liegt die UK der Sauberkeitsschicht etwa 0,15 m über dem bauzeitlichen Bemessungswasserstand. Für die Berechnung wird somit für diesen Teilbereich von einer notwendigen Absenkung von 0,35 m ausgegangen. Dabei ist zu beachten, dass der betrachtete Schacht abseits des Tunnels zu liegen kommt und sowohl dem horizontalen als auch dem vertikalen Zustrom des Wassers Rechnung zu tragen ist. Gemäß den vorliegenden Planungsunterlagen [U 6] beträgt die Fläche der Baugrube 71 m² (L=5,0 m + Arbeitsraum 3,4 m; B=5,0 m + Arbeitsraum 3,4 m). Nach demselben Prinzip wie für das Kabelhaus 3 wurde die anfallende Wassermenge für den Schacht WP 7 berechnet. Die anfallenden Wassermengen im Bereich des Schachtes WP 7 sind in folgender Tabelle (Tab. 5) zusammengefasst.

Tab. 5: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Schacht WP 7.

Wassermengen		Bauzeit (84 T)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Wasser aus Grundwasserabsenkung	Q _B	57.480,19	28,51	7,92
Jahresniederschlag	Q _{Na}	15,43	0,01	0,002
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	1,10	-	-
Summen		57.496,72	28,52	7,92

Die Gesamtwassermenge aus der Absenkung und aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend $Q_{\text{gesamt,BG}} = \text{ca. } 57.500 \text{ m}^3/84 \text{ T}$ für die Baugrube des Schachts WP 7.

3.1.4 Schacht WP 6

Für den Schacht WP 6, kann aufgrund der Lage abseits des Tunnels und der etwa identischen erforderlichen Absenkung wie bei Schacht WP 7 von etwa derselben Wassermenge ausgegangen werden. Die anfallende Wassermenge wurde analog zum Schacht WP 7 berechnet und sind in folgender Tabelle (Tab. 6) zusammengefasst.

Tab. 6: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Schacht WP 6.

Wassermengen		Bauzeit (84 T)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Wasser aus Grundwasserabsenkung	Q _B	57.480,19	28,51	7,92
Jahresniederschlag	Q _{Na}	15,43	0,01	0,002
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	1,10	-	-
Summen		57.496,72	28,52	7,92

Die Gesamtwassermenge aus der Absenkung und aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend $Q_{\text{gesamt,BG}} = \text{ca. } 57.500 \text{ m}^3/84 \text{ T}$ für die Baugrube des Schachts WP 6.

3.1.5 Kabeltrasse zwischen Kabelhaus 2 und Kabelhaus 3

Im Bereich zwischen Kabelhaus 2 und Kabelhaus 3 liegt der bauzeitliche Bemessungswasserstand knapp unter der Gründungssohle der Kabeltrasse. Um die Kabeltrasse im Trockenen herzustellen und die Verdichtbarkeit der Böden zu gewährleisten, ist eine Absenkung auf 0,5 m unter Baugrubensohle notwendig. Im betrachteten Bereich liegt die UK der Sauberkeit auf Höhe des bauzeitlichen Bemessungswasserstandes oder bis zu etwa 0,2 m darüber. Für die Berechnung wird somit für diesen Teilbereich flächendeckend von einer notwendigen Absenkung von 0,5 m ausgegangen. Dabei ist zu beachten, dass die Kabeltrasse nicht direkt auf der Tunneldecke zu liegen kommt und somit im Gegensatz zu den Kabelhäusern und Schächten auch ein Zustrom des Wassers aus der Baugrubensohle stattfindet und dies im Wasserhaltungskonzept zu berücksichtigen ist.

Die Breite der Kabeltrasse beträgt 3,9 m, wobei beidseits noch zusätzlich 1,3 m für den Arbeitsraum und die Wasserhaltungsmaßnahmen eingerechnet werden müssen. Somit beträgt

die Breite der Baugrube 6,5 m und die Länge der Baugrube etwa 135 m (Gesamtlänge: 145 m abzüglich der Schächte 2.1 und 2.2).

Die anfallenden Wassermengen im Bereich des betrachteten Abschnitts der Kabeltrasse zwischen Kabelhaus 2 und Kabelhaus 3 sind in folgender Tabelle (Tab. 7) zusammengefasst.

Tab. 7: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für die Kabeltrasse zwischen Kabelhaus 2 und Kabelhaus 3.

Wassermengen		Bauzeit (35 T)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Wasser aus Grundwasserabsenkung	Q _B	84.974,40	101,16	28,10
Jahresniederschlag	Q _{Na}	79,94	0,10	0,026
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	13,74	-	-
Summen		85.068,08	101,27	28,13

Die Gesamtwassermenge aus der Absenkung und aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend $Q_{\text{gesamt,BG}} = \text{ca. } 85.100 \text{ m}^3/35 \text{ T}$ für den Trassenabschnitt zwischen Kabelhaus 2 und Kabelhaus 3.

3.1.6 Kabeltrasse zwischen Schacht WP 6 und WP 7

Im Bereich zwischen WP 6 und WP 7 (inkl. tieferliegender Teilbereich westlich von WP6) liegt der bauzeitliche Bemessungswasserstand knapp unter der Gründungssohle der Kabeltrasse. Um die Kabeltrasse im Trockenen herzustellen und die Verdichtbarkeit der Böden zu gewährleisten, ist eine Absenkung auf 0,5 m unter Baugrubensohle notwendig. Im betrachteten Bereich liegt die UK der Sauberkeit etwa 0,2 m über dem bauzeitlichen Bemessungswasserstand. Für die Berechnung wird somit für diesen Teilbereich von einer notwendigen Absenkung von 0,3 m ausgegangen. Analog zu den Schächten WP 6 und WP 7 liegt die Kabeltrasse neben dem Tunnel und somit ist auch ein Zustrom des Wassers aus der Baugrubensohle im Wasserhaltungskonzept zu berücksichtigen ist.

Die Breite der Kabeltrasse beträgt 3,9 m, wobei auf allen Seiten in der Baugrube noch zusätzlich 1,3 m für den Arbeitsraum und die Wasserhaltungsmaßnahmen eingerechnet werden müssen. Somit beträgt die Breite der Baugrube 6,5 m und die Länge der Baugrube etwa 15 m.

Die anfallenden Wassermengen im Bereich des betrachteten Abschnitts der Kabeltrasse sind in folgender Tabelle (Tab. 8) zusammengefasst.

Tab. 8: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für die Kabeltrasse bei WP 6 und WP 7.

Wassermengen		Bauzeit (28 T)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Wasser aus Grundwasserabsenkung	Q _B	15.047,42	22,39	6,22
Jahresniederschlag	Q _{Na}	7,11	0,01	0,003
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	1,53	-	-
Summen		15.056,06	22,40	6,22

Die Gesamtwassermenge aus der Absenkung und aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend $Q_{\text{gesamt,BG}} = \text{ca. } 15.100 \text{ m}^3/28 \text{ T}$ für den Trassenabschnitt zwischen den Schächten WP 6 und WP 7.

3.2 Bemessung der Wasserhaltung für Bereiche mit wasserabhaltender Baugrubenumschließung mittels Baggerschlitzten

Bei der vorgesehenen Baugrubenumschließung mittels Baggerschlitzten setzt sich die abzuleitende Gesamtwassermenge in der Baugrube zum Einen aus dem permanenten Zufluss des Sickerwassers aus der Umschließung und dem Tagwasser zusammen. Zum Anderen fällt zusätzlich Wasser aus der einmaligen Absenkung des Restgrundwassers bis zur Tunneldecke innerhalb der umschlossenen Baugrube an. Die einmalig abzuleitende Restwassermenge aus der Baugrube ergibt sich aus der Baugrubengeometrie, dem Absenkziel (=Tunneldecke) und dem wassergefüllten Porenvolumen (mittlerer Porenanteil von rd. 30 %). Das anfallende Wasser ist über Pumpen zu entnehmen und kontrolliert abzuleiten. Die folgenden Wassermengen beziehen sich auf die geplante Bauzeit des jeweiligen Gewerks. Gemäß den Ausführungen in [U 5] ist zu beachten, dass die wasserabhaltende Baugrubenumschließung rückversetzt von der Böschung einzubringen ist. Zur Berechnung der anfallenden Wassermengen, ist somit nicht die tatsächliche Baugrubenfläche maßgebend, sondern die mittels der Bigbags umschlossene Fläche.

3.2.1 Eversbuschstraße + Schacht 1.6

Bei einer Baugrubenfläche von 450 m^2 ($L=30 \text{ m}$, $B=15 \text{ m}$), einem Bemessungswasserstand von 496,82 m ü. NN und einer geplanten Absenkung bis 495,88 m ü. NN (=Tunneldecke) ergibt sich bei einem mittleren Porenanteil von rd. 30 % für eine primäre Absenkung bis zum Absenkziel eine einmalig abzuleitende Grundwassermenge von rd.

$$Q_{\text{Trog}} = 46 \text{ m}^3$$

Hinweis: Trogwasser fällt nur an, sofern die Baugrube bei Wasserständen über dem Mittelwasserstand hergestellt wird. Da die Baugrube bei Mittelwasserstand über dem

Grundwasserspiegel liegt, kann die Baugrube bei Mittelwasserständen im Trockenen errichtet werden.

Nach der Absenkung auf die Tunneldecke, fällt während der gesamten Bauzeit Sickerwasser aus der Baugrubenumschließung an. Die Durchflussmenge durch die Baggerschlitze ist vom resultierenden Wasserdruck, von der Durchlässigkeit des verwendeten Verfüllmaterials und der möglichst bündigen Einbringungen der einzelnen Sandsäcke abhängig. Basierend auf den bei der Einbringung entstehenden Ungenauigkeiten und verbleibenden Freiräume zwischen den bevorzugten Sandsäcken, ist von einem Wert von 30 l/s je 1000 m² benetzter Fläche auszugehen.

Der Umfang der umschlossenen Baugrube des Schacht 1.6 + Eversbuschstraße im Grundriss beträgt ca. U = 90 m. Somit ergibt sich bei einer Bauzeit von 112 Tagen ein Gesamtzulauf über die Undichtigkeiten der Baugrubenumschließung (in Form von Sandsäcken) von

$$Q_{\text{Wand, Sandsack}} = 2,54 \text{ l/s} \rightarrow 24.560 \text{ m}^3/\text{Bauzeit.}$$

Bei der Wasserhaltungszeit von 112 Tagen und einer mittleren Jahresniederschlagsmenge von 950 mm (LfU: Mittlerer jährlicher Niederschlag in Bayern (Maximalwert der Spanne) ergibt sich eine Tagwassergesamtmenge von

$$Q_{\text{Na}} = 0,01 \text{ l/s} \approx 131 \text{ m}^3 / \text{Bauzeit}$$

für die gesamte Baugrube.

Geht man von einem einmaligen 15-minütigen Starkregenereignissen während der gesamten Bauzeit aus, so ergibt sich für die gesamte Baugrube auf der sicheren Seite liegend ein

$$Q_{\text{N15, Spitze gesamt}} = 7,05 \text{ m}^3 / 15\text{min.}$$

Eine Zusammenstellung der anfallenden Wassermengen ist in folgender Tabelle (Tab. 9) dargestellt.

Tab. 9: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Eversbuschstraße + Schacht 1.6.

Wassermengen		Bauzeit (112 T)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Trogwasser*	Q _{Trog}	126,90	0,05	0,01
Sickerwasser Baugrubenumschließung	Q _{Wand}	24.559,72	9,14	2,54
Jahresniederschlag	Q _{Na}	131,18	0,05	0,01
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	7,05	-	-
Summen		24.824,84	9,24	2,57

* fällt nur zu Beginn der Bauzeit an (siehe außerdem Hinweis zu Trogwasser in Kap. 3.2.1)

Die Gesamtwassermenge aus der Absenkung und aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend $Q_{\text{gesamt,BG}} = \text{ca. } 24.900 \text{ m}^3/112 \text{ T}$ für die Baugrube an der Eversbuschstraße und dem Schacht 1.6.

3.2.2 Kabelhaus 2 + Schacht 1.7

Nach demselben Prinzip wie für die Eversbuschstraße und den Schacht 1.6 wurde die anfallende Wassermenge für das Kabelhaus 2 + Schacht 1.7 berechnet. Ausgehend von einer Baugrubenfläche (Big-Bag Umschließung) von 1058 m^2 ($L=46$, $B=23 \text{ m}$), einem Bemessungswasserstand von $496,73 \text{ m ü. NN}$ und einer geplanten Absenkung bis $495,51 \text{ m ü. NN}$ (=Tunneldecke) wurden die bauzeitlich anfallenden Wassermengen berechnet. Die anfallenden Wassermengen ausgehend von einer Bauzeit von 196 Tagen sind zusammenfassend in Tab. 10 dargestellt. Die detaillierten Berechnungen sind in Anlage 5.1 beigelegt.

Tab. 10: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Kabelhaus 2 + Schacht 1.7.

Wassermengen		Bauzeit (196 T)		
		m^3	m^3/h	l/s
Trogwasser*	Q_{Trog}	387,23	0,08	0,02
Sickerwasser Baugrubenumschließung	Q_{Wand}	85.532,27	18,18	5,05
Jahresniederschlag	Q_{Na}	539,72	0,11	0,03
15-minütiger Bemessungsregen	Q_{N15}	16,57	-	-
Summen		86.475,79	18,38	5,11

* fällt nur zu Beginn der Bauzeit an (siehe außerdem Hinweis zu Trogwasser in Kap. 3.2.1)

Die Gesamtwassermenge aus Trog- und Sickerwasser sowie aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend $Q_{\text{gesamt,BG}} = \text{ca. } 86.500 \text{ m}^3/196 \text{ T}$ für die Baugrube am Kabelhaus 2 und dem Schacht 1.7.

3.2.3 Schacht 2.1

Ausgehend von einer Baugrubenfläche von 265 m^2 ($L=5,6 \text{ m} + 11,2 \text{ m}$ Arbeitsraum+Big-Bags, $B=4,6 \text{ m} + 11,2 \text{ m}$ Arbeitsraum), einem Bemessungswasserstand von $496,57 \text{ m ü. NN}$ und einer geplanten Absenkung bis $495,43 \text{ m ü. NN}$ (=Tunneldecke) wurden die bauzeitlich anfallenden Wassermengen berechnet. Die anfallenden Wassermengen ausgehend von einer Bauzeit von 84 Tagen sind zusammenfassend in Tab. 11 dargestellt. Die detaillierten Berechnungen sind in Anlage 5.1 beigelegt.

Tab. 11: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Schacht 2.1.

Wassermengen		Bauzeit (84 T)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Trogwasser*	Q _{Trog}	90,78	0,05	0,01
Sickerwasser Baugrubenumschließung	Q _{Wand}	16.183,29	8,03	2,23
Jahresniederschlag	Q _{Na}	58,03	0,03	0,01
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	4,16	-	-
Summen		16.336,26	8,10	2,25

* fällt nur zu Beginn der Bauzeit an (siehe außerdem Hinweis zu Trogwasser in Kap. 3.2.1)

Die Gesamtwassermenge aus Trog- und Sickerwasser sowie aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend $Q_{\text{gesamt,BG}} = \text{ca. } 16.400 \text{ m}^3/84 \text{ T}$ für die Baugrube des Schachts 2.1.

3.2.4 Schacht 2.2

Ausgehend von einer Baugrubenfläche von 253 m² (L=5,6 m+10,8 m Arbeitsraum, B=4,6 m+10,8 m Arbeitsraum), einem Bemessungswasserstand von 496,39 m ü. NN und einer geplanten Absenkung bis 495,53 m ü. NN (=Tunneldecke) wurden die bauzeitlich anfallenden Wassermengen berechnet. Die anfallenden Wassermengen ausgehend von einer Bauzeit von 84 Tagen sind zusammenfassend in Tab. 12 dargestellt. Die detaillierten Berechnungen sind in Anlage 4 beigelegt.

Tab. 12: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Schacht 2.2.

Wassermengen		Bauzeit (84 T)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Trogwasser*	Q _{Trog}	65,16	0,03	0,01
Sickerwasser Baugrubenumschließung	Q _{Wand}	11.908,85	5,91	1,64
Jahresniederschlag	Q _{Na}	55,22	0,03	0,01
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	3,96	-	-
Summen		12.033,18	5,97	1,66

* fällt nur zu Beginn der Bauzeit an (siehe außerdem Hinweis zu Trogwasser in Kap. 3.2.1)

Die Gesamtwassermenge aus Trog- und Sickerwasser sowie aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend $Q_{\text{gesamt,BG}} = \text{ca. } 12.100 \text{ m}^3/84 \text{ T}$ für die Baugrube des Schachts 2.2.

3.2.5 Brücke über die Würm

Gemäß den Angaben des WWA liegt das HQ10 der Würm im Bereich des Allacher Tunnels bei 497,40 m ü. NN. Gemäß den vorliegenden Planungsunterlagen wird die Würm bauzeitlich verrohrt und eine wasserabhaltende Baugrubenumschließung/die Baggerschlitze können somit direkt seitlich an die Rohre angeknüpft werden. Aufgrund der unterschiedlichen Höhenkoten der beiden Widerlager (OK Tunneldecke Widerlager Ost: 495,90 m ü. NN; OK Tunneldecke Widerlager West: 496,20 m ü. NN), werden die in den Baugruben der Widerlager anfallenden Wassermengen getrennt voneinander berechnet. Die Fläche der Baugruben beträgt jeweils etwa 77 m².

Tab. 13: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für das Widerlager West der Brücke über die Würm.

Wassermengen		Bauzeit (84 T)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Trogwasser*	Q _{Trog}	27,54	0,01	0,00
Sickerwasser Baugrubenumschließung	Q _{Wand}	9.144,58	4,54	1,26
Jahresniederschlag	Q _{Na}	16,73	0,01	0,00
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	1,20	-	-
Summen		9.190,04	4,56	1,27

* fällt nur zu Beginn der Bauzeit an (siehe außerdem Hinweis zu Trogwasser in Kap. 3.2.1)

Tab. 14: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für Widerlager Ost der Brücke über die Würm.

Wassermengen		Bauzeit (84 T)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Trogwasser*	Q _{Trog}	34,43	0,02	0,00
Sickerwasser Baugrubenumschließung	Q _{Wand}	11.430,72	5,67	1,58
Jahresniederschlag	Q _{Na}	16,73	0,01	0,00
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	1,20	-	-
Summen		11.483,07	5,70	1,58

* fällt nur zu Beginn der Bauzeit an (siehe außerdem Hinweis zu Trogwasser in Kap. 3.2.1)

Die Gesamtwassermenge aus Trog- und Sickerwasser sowie aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend für beide Widerlager zusammen insgesamt **Q_{gesamt,BG} = ca. 20.700 m³/Bauzeit (84 Tage je Widerlager)**.

3.2.6 Kabeltrasse westlich des WL Würm West (Block 17 + 18)

Im Bereich westlich des Widerlagers der Brücke über die Würm kommt die Kabeltrasse unter dem bauzeitlichen Bemessungswasserstand zu liegen. Aufgrund der Nähe zur Würm und der daraus resultierenden Beeinflussung durch die Wasserstände der Würm, z.B. ein potentieller größerer Zustrom des Wassers zur Baugrube, ist in diesem Bereich eine wasserabhaltende Baugrubenumschließung herzustellen. Die Baugrubenumschließung ist auf ein HQ10 der Würm zu bemessen (=497,40 m ü. NN). Ausgehend von einer UK der Sauberkeitsschicht von 496,59 m ü. NN liegt der bauzeitliche Bemessungswasserstand 0,8 m über der Baugrubensohle. Die Breite der Kabeltrasse beträgt 3,9 m, wobei auf allen Seiten in der Baugrube noch zusätzlich 2,3 m eingerechnet werden müssen für den Arbeitsraum und die Wasserhaltungsmaßnahmen. Die Big-Bags sind, analog zu den Kabelhäusern, 1 m von der Böschungskrone rückversetzt einzubringen. Alternativ zu den Big-Bags kann in Rücksprache mit dem Sachverständigen für Geotechnik, wie im Leitungsbau üblich, auch ein Kringsverbau (mit Querschotts) angewendet werden.

Ausgehend von einer Länge des betrachteten Abschnitts von 15 m und einer Baugrubenfläche von 1240 m² und einer geplanten Absenkung in der Baugrube um 0,8 m wurden die bauzeitlich anfallenden Wassermengen berechnet. Die anfallenden Wassermengen ausgehend von einer Bauzeit von 35 Tagen sind zusammenfassend in Tab. 15 dargestellt. Die detaillierten Berechnungen sind in Anlage 5.1 beigelegt.

Tab. 15: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für die Kabeltrasse bei Block 17-18.

Wassermengen		Bauzeit (35 T)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Trogwasser*	Q _{Trog}	30,16	0,04	0,01
Sickerwasser Baugrubenumschließung	Q _{Wand}	3.394,92	4,04	1,12
Jahresniederschlag	Q _{Na}	11,31	0,01	0,00
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	1,94	-	-
Summen		3.438,33	4,09	1,14

* fällt nur zu Beginn der Bauzeit an (siehe außerdem Hinweis zu Trogwasser in Kap. 3.2.1)

Die Gesamtwassermenge aus Trog- und Sickerwasser sowie aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend **Q_{gesamt,BG} = ca. 3.500 m³/35 T** für den Leitungsgaben westlich der Brücke über die Würm (Block 17-18).

3.2.7 Kabeltrasse zwischen Schacht 1.5 und Schacht 1.6

Im Bereich zwischen Schacht 1.5 und Schacht 1.6 kommt die Kabeltrasse unter dem bauzeitlichen Bemessungswasserstand zu liegen. Aufgrund der Nähe zur Würm und der daraus resultierenden Beeinflussung durch die Wasserstände der Würm, z.B. ein potentieller größerer Zustrom des Wassers zur Baugrube, ist in diesem Bereich eine wasserabhaltende Baugrubenumschließung herzustellen. Die Baugrubenumschließung ist auf ein HQ10 der Würm zu bemessen (=497,40 m ü. NN). Ausgehend von einer UK der Sauberkeitsschicht von 496,16 m ü. NN liegt der bauzeitliche Bemessungswasserstand 1,2 m über der Baugrubensohle. Die Breite der Kabeltrasse beträgt 3,9 m, wobei auf allen Seiten in der Baugrube noch zusätzlich 2,3 m eingerechnet werden müssen für den Arbeitsraum und die Wasserhaltungsmaßnahmen. Die Big-Bags sind, analog zu den Kabelhäusern, 1 m von der Böschungskrone rückversetzt einzubringen. Alternativ zu den Big-Bags kann in Rücksprache mit dem Sachverständigen für Geotechnik, wie im Leitungsbau üblich, auch ein Kringsverbau (mit Querschotts) angewendet werden.

Ausgehend von einer Länge des betrachteten Abschnitts von 20 m und einer Baugrubenfläche von 170 m² und einer geplanten Absenkung in der Baugrube um 1,24 m wurden die bauzeitlich anfallenden Wassermengen berechnet. Die anfallenden Wassermengen ausgehend von einer Bauzeit von 35 Tagen sind zusammenfassend in Tab. 16 dargestellt. Die detaillierten Berechnungen sind in Anlage 5.1 beigelegt.

Tab. 16: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für die Kabeltrasse zw. S1.5 und S1.6.

Wassermengen		Bauzeit (35 T)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Trogwasser*	Q _{Trog}	63,24	0,08	0,02
Sickerwasser Baugrubenumschließung	Q _{Wand}	6.412,09	7,63	2,12
Jahresniederschlag	Q _{Na}	15,49	0,02	0,01
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	2,66	-	-
Summen		6.493,48	7,73	2,15

* fällt nur zu Beginn der Bauzeit an (siehe außerdem Hinweis zu Trogwasser in Kap. 3.2.1)

Die Gesamtwassermenge aus Trog- und Sickerwasser sowie aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend $Q_{\text{gesamt,BG}} = \text{ca. } 6.500 \text{ m}^3/35 \text{ T}$ für den Leitungsraben zwischen Schacht 1.5 und Schacht 1.6.

3.3 DB-Querung

Im Bereich der Bahngleise kreuzt die Kabeltrasse die Bahnstrecken und die Querung soll mittels einer Durchpressung hergestellt werden. Da die Start- und Zielgrube sowie die Querung unter dem Mittelwasserstand zu liegen kommen, sind bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig. Aufgrund der Lage von $>0,7$ m unter dem bauzeitlichen Bemessungswasserstand, ist eine wasserabhaltende Baugrubenumschließung notwendig. Die wasserdichte Baugrubenumschließung kann aufgrund der Lage abseits des Tunnels und der Zustrommöglichkeit durch die Baugrubensohle nicht wie bei den anderen Gewerken mittels Sandsäcken hergestellt werden. Da auch ein stauender Horizont erst in einer großen Tiefe ansteht, wird gemäß den Besprechungen seitens des Bauherrn die Herstellung einer wasserdichten Baugrube mit Unterwasserbeton bevorzugt. Die Start- und Zielgrube wird folglich mittels Spundwandkästen mit Unterwasserbetonsohle hergestellt. Da die gleiche Problematik des hoch anstehenden Grundwassers und der Lage abseits des Tunnels auch beim Schacht 4.5 besteht, wird dieser Schacht in die Baugrube des Zielschachts der DB-Querung integriert. Dennoch werden die Wassermengen für den Zielschacht und den Schacht 4.5 (inkl. Querung Wilhelm-Zwölfer-Straße) unabhängig voneinander berechnet, da die Baugrubensohlen der beiden Gewerke in unterschiedlichen Tiefen zu liegen kommen.

3.3.1 Startgrube der DB-Querung

Bei einer Baugrubenfläche von 72 m^2 ($L=12,0 \text{ m}$, $B=6,0 \text{ m}$), einem Bemessungswasserstand von $495,85 \text{ m ü. NN}$ und einer geplanten Absenkung bis $494,00 \text{ m ü. NN}$ (=OK Unterwasserbetonsohle) ergibt sich bei einem mittleren Porenanteil von rd. 30 % für eine primäre Absenkung bis zum Absenkziel eine einmalig abzuleitende Restwassermenge (Trogwasser) von rd.

$$Q_{\text{Trog}} = 39,9 \text{ m}^3$$

Hinweis: Da die Baugrubensohle unter dem Mittelwasserstand liegt, fällt auch bei Mittelwasserständen Trogwasser an.

Nach der Entnahme des Trogwassers, fällt während der gesamten Bauzeit Sickerwasser aus der Baugrubenumschließung an. Die Durchflussmenge durch die Spundwände ist vom resultierenden Wasserdruck, von der Durchlässigkeit der Spundwandschlösser und von der Anzahl der Spundwandschlösser abhängig. Nach Stand der Technik beläuft sich der Wert i.d.R. auf $1,5 \text{ l/s}$ je 1000 m^2 benetzter Fläche und sollte nicht größer als $5,0 \text{ l/s}$ je 1000 m^2 benetzter Fläche sein. (siehe dazu Kluckert: Maßnahmen zur Beherrschung des Wassers in der Geotechnik, TU Graz 2007). Der Berechnung wurde ein Wert von $1,5 \text{ l/s}$ je 1000 m^2 benetzter Fläche zu Grunde gelegt.

Der Umfang der umschlossenen Baugrube beträgt ca. $U = 36 \text{ m}$. Somit ergibt sich basierend auf einer Bauzeit von 238 Tagen ein Gesamtzulauf über die Spundwandundichtigkeiten von

$$Q_{\text{Wand}} = 0,10 \text{ l/s} \rightarrow 2.052 \text{ m}^3/\text{Bauzeit.}$$

Bei der Wasserhaltungszeit von 238 Tagen und einer mittleren Jahresniederschlagsmenge von 950 mm (LfU: Mittlerer jährlicher Niederschlag in Bayern (Maximalwert der Spanne) ergibt sich eine Tagwassergesamtmenge von

$$Q_{\text{Na}} = 0,002 \text{ l/s} \approx 44,6 \text{ m}^3 / \text{Bauzeit}$$

für die gesamte Baugrube.

Geht man von einem 15-minütigen Starkregenereignissen während der gesamten Bauzeit aus, so ergibt sich für die gesamte Baugrube auf der sicheren Seite liegend ein

$$Q_{\text{N15, Spitze gesamt}} = 1,13 \text{ m}^3 / 15\text{min.}$$

Die anfallenden Wassermengen sind in folgender Tabelle (Tab. 17) nochmals zusammengefasst:

Tab. 17: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für die Startgrube der Durchpressung.

Wassermengen		Bauzeit (238 Tage)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Trogwasser*	Q _{Trog}	39,92	0,01	0,00
Sickerwasser Baugrubenumschließung	Q _{Wand}	2.052,04	0,36	0,10
Jahresniederschlag	Q _{Na}	44,60	0,01	0,002
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	1,13	-	-
Summen		2.137,69	0,37	0,10

* fällt nur zu Beginn der Bauzeit an (siehe außerdem Hinweis zu Trogwasser)

Die Gesamtwassermenge aus dem Lenzen der Baugrube, dem Sickerwasser aus der Umschließung und aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend $Q_{\text{gesamt, BG}} = \text{ca. } 2.200 \text{ m}^3/238 \text{ T}$ für die Startbaugrube der Bahnquerung.

3.3.2 Zielgrube der DB-Querung + Schacht 4.5

Für eine Baugrubenfläche von 33 m² (L=6,5 m, B=ca. 5 m) wurden, analog zur Startgrube, basierend auf dem Bemessungswasserstand von 495,85 m ü. NN und einer geplanten Absenkung bis 494,00 m ü. NN (=OK Unterwasserbetonsohle), die bauzeitlich anfallenden Wassermengen berechnet. Die entsprechenden Wassermengen, ausgehend von einer Bauzeit von 238 Tagen, sind zusammenfassend in Tab. 18 dargestellt. Die detaillierten Berechnungen sind in Anlage 5.3 beigelegt.

Tab. 18: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für die Zielgrube der Durchpressung.

Wassermengen		Bauzeit (238 Tage)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Trogwasser*	Q _{Trog}	18,04	0,00	0,00
Sickerwasser Baugrubenumschließung	Q _{Wand}	1.312,45	0,23	0,06
Jahresniederschlag	Q _{Na}	20,13	0,00	0,001
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	0,51	-	-
Summen		1.351,12	0,24	0,07

* fällt nur zu Beginn der Bauzeit an (siehe außerdem Hinweis zu Trogwasser in Kap. 3.3.1)

Die Baugrubenfläche für Schacht 4.5 und die Querung der Wilhelm-Zwölfer-Straße beträgt gemäß den Planungsunterlagen etwa $A=100 \text{ m}^2$. Basierend auf dem Bemessungswasserstand von 495,68 m ü. NN und einer geplanten Absenkung bis 495,13 m ü. NN (=OK Unterwasserbetonsohle), die bauzeitlich anfallenden Wassermengen berechnet. Die entsprechenden Wassermengen, ausgehend von einer Bauzeit von 238 Tagen, sind zusammenfassend in Tab. 19 dargestellt. Die detaillierten Berechnungen sind in Anlage 5.3 beigelegt.

Tab. 19: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für den Schacht 4.5 und die Querung der Wilhelm-Zwölfer Straße.

Wassermengen		Bauzeit (238 Tage)		
		m ³	m ³ /h	l/s
Trogwasser*	Q _{Trog}	16,50	0,00	0,00
Sickerwasser Baugrubenumschließung	Q _{Wand}	848,23	0,15	0,04
Jahresniederschlag	Q _{Na}	61,95	0,01	0,003
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	1,57	-	-
Summen		928,24	0,16	0,05

* fällt nur zu Beginn der Bauzeit an (siehe außerdem Hinweis zu Trogwasser in Kap. 3.3.1)

Die Gesamtwassermenge aus dem Lenzen der Baugrube, dem Sickerwasser aus der Umschließung und aus Niederschlägen während der Bauzeit beträgt auf der sicheren Seite liegend $Q_{\text{gesamt,BG}} = \text{ca. } 2.300 \text{ m}^3/238 \text{ T}$ für die Zielgrube der Durchpressung sowie den Schacht 4.5 und die Querung der Wilhelm-Zwölfer-Straße.

4 Zusammenfassung der bauzeitlich anfallenden Wassermengen

In folgender Tabelle sind die bauzeitlichen anfallenden Wassermengen der einzelnen Gewerke zusammengefasst. Je nach zeitlicher Abfolge der Herstellung der einzelnen Gewerke, fallen diese Wassermengen zeitlich versetzt voneinander an.

Tab. 20: Zusammenstellung der gesamten Wassermengen für alle Gewerke.

Wassermengen	Bauzeit		
	m ³	m ³ /h	l/s
Eversbuschstraße + Schacht 1.6	24.824,84	9,24	2,57
Kabelhaus 2 + Schacht 1.7	86.475,79	18,38	5,11
Schacht 2.1	16.336,26	8,10	2,25
Schacht 2.2	12.033,18	5,97	1,66
Kabeltrasse S1.5 bis S1.6	6.493,48	7,73	2,15
Kabeltrasse Block 17-18 (westl. WL Würmbrücke)	3.438,33	4,09	1,14
Kabelhaus 3	155.947,08	32,01	8,89
Schacht 3.1	5.097,19	2,53	0,70
Kabeltrasse zwischen KH2 und KH3	85.068,08	101,27	28,13
Schacht WP 7	57.496,72	28,52	7,92
Schacht WP 6	57.496,72	28,52	7,92
Kabeltrasse zwischen WP 6 und WP 7	15.056,06	22,40	6,22
Brücke über die Würm (WL West)	9.190,04	4,56	1,27
Brücke über die Würm (WL Ost)	11.483,07	5,70	1,58
DB-Querung Startschacht	2.137,69	0,37	0,10
DB-Querung Zielschacht	1.351,12	0,24	0,07
Schacht 4.5 + Querung Wilh.-Zwölfer-Straße	928,24	0,16	0,05
Summen	550.853,89	279,80	77,72

5 Anordnung und Funktionsweise der Pumpen

Die Pumpen sind so auszubilden, dass innerhalb der einzelnen Baugruben eine flächendeckende Absenkung des Grundwassers gewährleistet wird. Zu beachten ist hierbei, dass Pumpensümpfe in Baugruben üblicherweise tiefer als die Gründungssohle liegen, um trotz der sich ausbildenden Absenkegruben eine flächendeckende Trockenlegung der Baugrube zu erreichen. Da die Pumpen und die Baugruben bei dem vorliegenden Projekt auf der Tunneldecke liegen und somit nicht tiefer als das geplante Gründungsniveau liegen (Höhe UK „Pumpensumpf“/Pumpe = UK Baugrube = OK Tunneldecke), verbleiben voraussichtlich geringe Restwassermengen in der Baugrube.

Um den Zufluss zur Baugrube aus den Wänden gering zu halten, sind am Böschungsfuß kleine Wälle auf der Tunneldecke zu errichten, um das Wasser den Pumpenstandorten zuzuleiten.

Um die Restwassermenge so gering wie möglich zu halten, sind die Pumpen im Bereich der tiefsten Baugrubensohle auszubilden. Die Tunneldecke besitzt ein geringes Gefälle, welches eine gerichtete Strömung des Wassers hervorruft. Dies bedeutet, dass die Pumpen so anzuordnen sind, dass dieses Gefälle in Richtung der Pumpen gerichtet ist. Lokales Restwasser (v.a. Niederschlagswasser) ist den Pumpen zuzuführen oder mit einer Saugeinrichtung manuell zu entfernen um die jeweiligen Gewerke im Trockenen herzustellen.

Die Anordnung der Pumpen ist nach Vorlage von Bestandsunterlagen der Tunneldecke detailliert zu planen.

6 Versickerung des anfallenden Wassers

Gemäß den vorliegenden Unterlagen befindet sich nördlich des Tunnels ein Versickerungsbecken, welches eventuell bauzeitlich zur Versickerung des anfallenden Wassers genutzt werden kann. Es ist zu prüfen, ob das Versickerungsbecken über eine ausreichende Kapazität verfügt. Die Genehmigung der Versickerung wird vom Bauherrn direkt mit dem WWA abgestimmt.

7 Schlussbemerkung

Die angegebenen Wassermengen beziehen sich auf den HW10-Fall. Je nach den während der Bauzeit auftretenden Wasserständen treten Hochwasserstände voraussichtlich nur zeitweise auf.

Die Ausschreibung der bauzeitlich anfallenden Wassermengen ist eine Risikoabwägung und obliegt dem Bauherrn. Im Zuge der Ausschreibung können Annahmen getroffen werden, ob mit dauerhaften oder nur zeitweise auftretenden Hochwasserständen zu kalkulieren ist und welche Reduzierung der anfallenden Wassermengen diese Annahme mit sich bringt.



Tanja Sattler
Ing.-Geol., M. Sc.



Klaus Keilig
Ing.-Geol., M. Sc.

A99; AD Allach – AD Feldmoching Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)

Planung und Konzeptionierung der Wasserhaltung

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Geographischer Übersichtslageplan, M = 1 : 50.000
Anlage 2	Detallageplan mit Beeinflussung der Baumaßnahme durch das Grundwasser
Anlage 3	Hydrologischer Längsschnitt, M = 1 : 250
Anlage 4	Ermittlung der Grundwassermenge (Offene Wasserhaltung)
Anlage 5	Dimensionierung der Wasserhaltung
Anlage 5.1	Dimensionierung für Bereiche mit wasserabhaltender Umschließung
Anlage 5.2	Dimensionierung für Bereiche mit offener Wasserhaltung
Anlage 5.3	Dimensionierung für DB-Querung (Start- und Zielgrube)

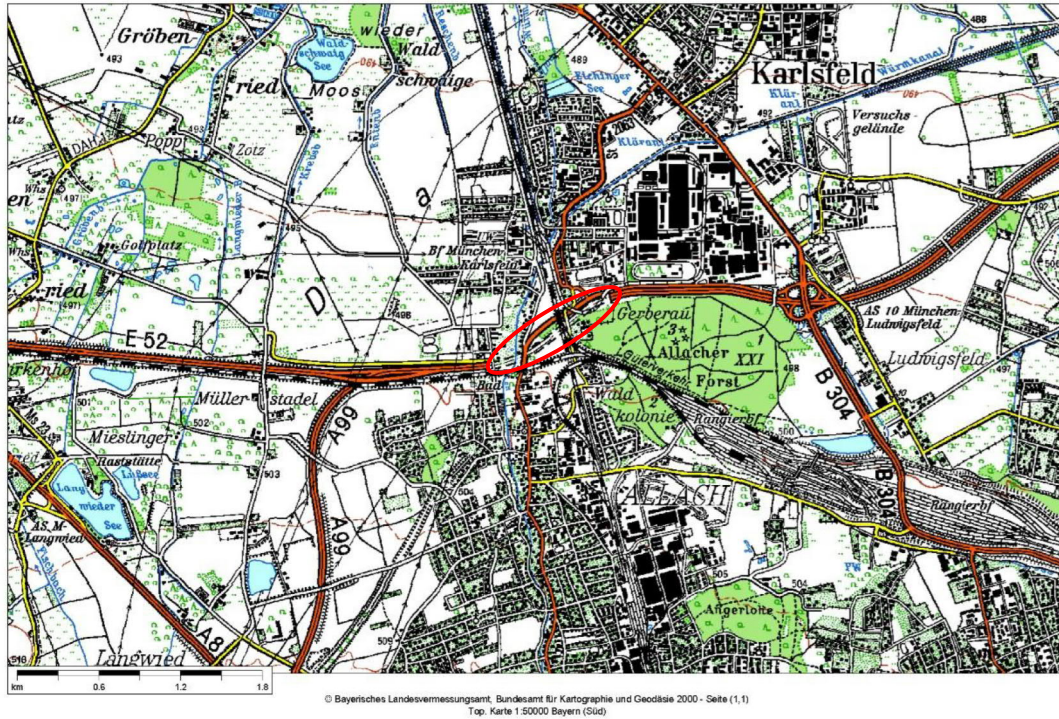
A99; AD Allach – AD Feldmoching Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)

Planung und Konzeptionierung der Wasserhaltung

**Anlage 1 Geographischer Übersichtslageplan,
M = 1 : 50.000**

Geographischer Übersichtslageplan

Kartengrundlage: Topo 50 Bayern Süd, Herausgegeben vom bayerischen Landesvermessungsamt,
Maßstab: ca. 1 : 50.000



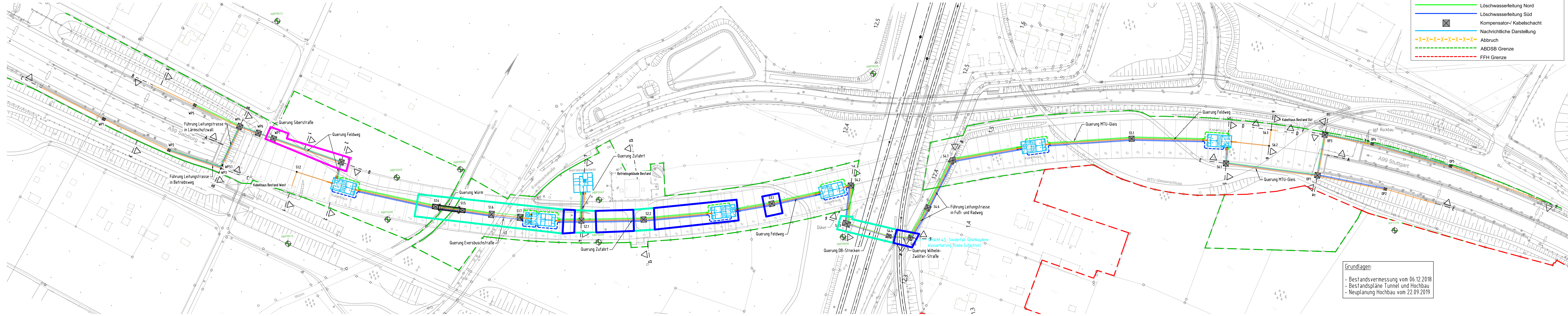
A99; AD Allach – AD Feldmoching Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)

Planung und Konzeptionierung der Wasserhaltung

Anlage 2 Detaillageplan mit Beeinflussung der Baumaßnahme durch das Grundwasser

Lageplan Kabeltrasse

1:1250



Legende:

- Bestand
- Neubau
- Kabeltrasse
- Löschwasserleitung Nord
- Löschwasserleitung Süd
- Kompensator-/ Kabelschacht
- Nachrichtliche Darstellung
- Abbruch
- ABDSB Grenze
- FFH Grenze

- HW1940 Angabe
- Grundwassermessstelle
- Baumaßnahme liegt **weniger als 0,7 m** unterhalb des statistisch ermittelten 10-jährigen Hochwassers (HW10)
- Baumaßnahme liegt **mehr als 0,7 m** unterhalb des statistisch ermittelten 10-jährigen Hochwassers (HW10)
- Baumaßnahme liegt **knapp (< 0,5 m) über HW10**, zur Bauausführung ist eine Absenkung unter die Baugrubensohle notwendig

Grundlagen:

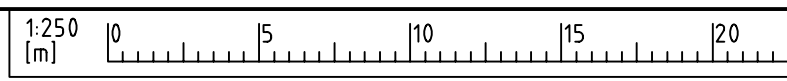
- Bestandsvermessung vom 06.12.2018
- Bestandspläne Tunnel und Hochbau
- Neuplanung Hochbau vom 22.09.2019

Projekt A99, AD Allach - AD Feldmoching, Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)	
Plattinhalt Detaillageplan mit Beeinflussung der Baumaßnahme durch das Grundwasser	
Auftraggeber Autobahndirektion Südbayern Seidlstraße 7-11 80335 München	Anlagenr. : 2 Blatttr. : 1 von 1 Maßstab: 1: 1250 Blattformat: 420 x 1189
Auftragnehmer/Planverfasser Baugelogisches Büro Bauer GmbH Domagkstraße 1a 80807 München	Index: Höhensystem: DHHN 12 Koordinatensystem: Gauß-Krüger Projektnummer: 05977-1
Datum: Unterschrift:	
bearb. 03.08.2020	TS
ggf. 16.10.2020	KK
Datum: Unterschrift:	

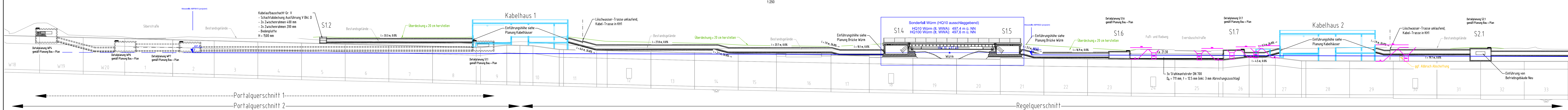
A99; AD Allach – AD Feldmoching Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)

Planung und Konzeptionierung der Wasserhaltung

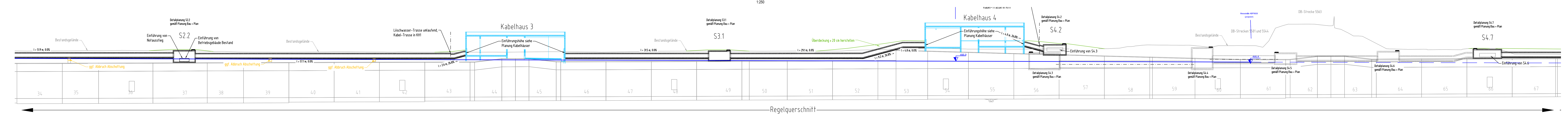
Anlage 3 Hydrologischer Längsschnitt,
M = 1 : 250



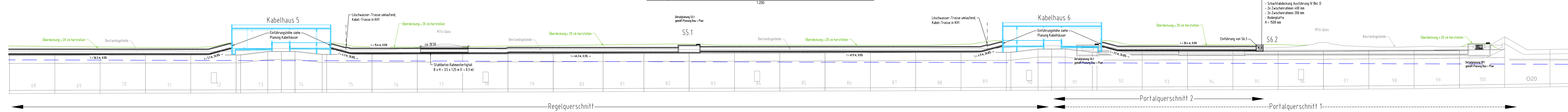
Längsschnitt A-A Tunnelachse: Block 1- 33



Längsschnitt A-A Tunnelachse: Block 34 - 67



Längsschnitt A-A Tunnelachse: Block 67 - 100



Legende:

- Bestand
- Neubau
- Nachrichtliche Darstellung
- Aufschtüttung Erdmaterial
- Grundwasserstand HW 10
- ggf. Abbruch Abschottung

Zugehörigere Pläne:

- Lageplan Kabeltrasse und Löschwasserleitungen
- Regelquerschnitte

Hinweis:

Endgültige Schachtabmessungen nach statischen und konstruktiven Erfordernissen (gemäß Detailplanung Bau + Plan)

Hinweis:

Ab einer Grabentiefe von 125 m gemäß DIN 4124, ist für den Einbau der Leitungstrasse eine Böschung oder ein Verbau herzustellen.

HW10-Wert in Messstelle (Projektion senkrecht zur GW-Fließrichtung) (siehe Lageplan für Lage der Messstellen)

Wasserstand HW10

Projekt	A99, AD Allach - AD Feldmoching, Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)		
Planinhalt	Längsschnitt hinterlegt mit bauzeitlich relevanten Grundwasserdaten (HW10)		
Auftraggeber	Autobahndirektion Südbayern Seidstraße 7-11 80335 München		Anlagenr.: 3
Auftraggeber/Planverfasser	Baugeologisches Büro Bauer GmbH Domagkstraße 1a 80807 München		Blattnr.: 1 von 1
Datum	Unterzeichnet		Maßstab: 1:250
			Blattformat: 420 x 1730
			Index:
			Höhenystem: DHHN 12
			Koordinatensystem: Gauß - Krüger
			Projektnummer: 09977-1
			Datum
			Name
			bestb. 03.08.2020 TS
			ggf. 16.10.2020 KK
Datum	Unterzeichnet		

A99; AD Allach – AD Feldmoching Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)

Planung und Konzeptionierung der Wasserhaltung

Anlage 4 Ermittlung der Grundwassermenge (Offene Wasserhaltung)

Ermittlung der Grundwassermenge

(Offene Wasserhaltung nach Davidenkoff)

Projekt:

Tunnel Allach (Kabelhaus 3)

Eingabe:

Länge der Baugrube	L1 =	25,40 m	L1 > L2
Breite der Baugrube	L2 =	14,40 m	
Durchlässigkeit d. Baugrundes	kf =	5,0E-02 m / s	
Grundwasserspiegel	=	496,18 m ü. NN	
Absenkziel	=	495,68 m ü. NN	
Grundwasserstauer/Tunneldecke	=	495,67 m ü. NN	

t=H bei T>H

t=T bei T<H

t=0 bei T=0

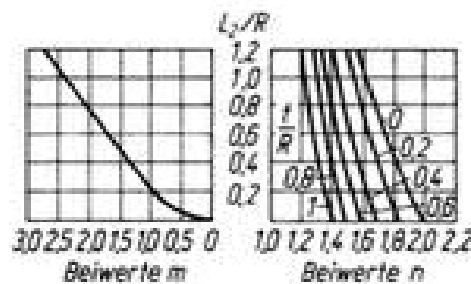
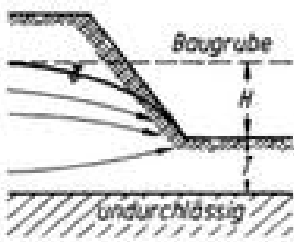
Ausgabe:

T =	0,01		
H =	0,50 m	m =	0,6193
t =	0,01		
Reichweite =	335,41 m	n =	1,98
L2 / R =	0,04		
t / R bzw. H / R =	0,00		

Wassermenge Q = 0,00888 m³ / s

8,88 l/s

Formel + Skizze:



$$q = k \cdot H^2 \left[\left(1 - \frac{t}{H} \right) \cdot m + \frac{L_1}{R} \left(1 - \frac{t}{H} \cdot n \right) \right]$$

t = H bei T=H (m)

t = T bei T<H (m)

t = 0 bei T=0

L₁/L₂ = Länge/Breite der Baugrube

R = Reichweite

t ist der Abstand zwischen Baugrubensohle und der Oberkante Wasserstauer (Aktive Zone)

aus:

[Literatur: Davidenkoff](#)

Ermittlung der Grundwassermenge

(Offene Wasserhaltung nach Davidenkoff)

Projekt:

Tunnel Allach (Schacht 3.1)

Eingabe:

Länge der Baugrube	L1 =	9,00 m	L1 > L2
Breite der Baugrube	L2 =	8,00 m	
Durchlässigkeit d. Baugrundes	kf =	5,0E-02 m / s	
Grundwasserspiegel	=	496,04 m ü. NN	
Absenkziel	=	495,92 m ü. NN	
Grundwasserstauer/Tunneldecke	=	495,91 m ü. NN	

t=H bei T>H

t=T bei T<H

t=0 bei T=0

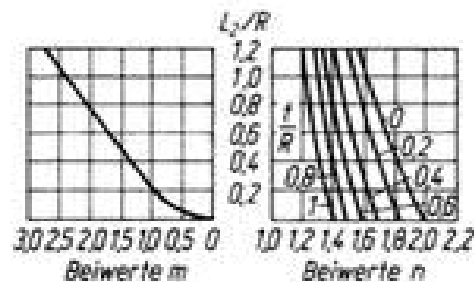
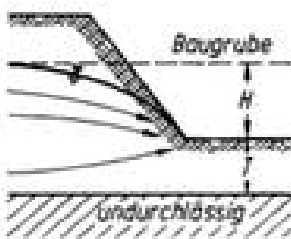
Ausgabe:

T =	0,01		
H =	0,12 m	m =	0,7807
t =	0,01		
Reichweite =	80,50 m	n =	1,95
L2 / R =	0,10		
t / R bzw. H / R =	0,00		

Wassermenge Q = 0,00070 m³ / s

0,70 l/s

Formel + Skizze:



$$Q = k \cdot H^2 \left[\left(1 - \frac{t}{H}\right) \cdot m + \frac{L_1}{R} \left(1 - \frac{t}{H} \cdot n\right) \right]$$

t = H bei T=H (m) L_1/L_2 = Länge/Breite der Baugrube

t = T bei T<H (m)

t = 0 bei T=0

R = Reichweite

t ist der Abstand zwischen Baugrubensohle und der Oberkante Wasserstauer (Aktive Zone)

aus:

[Literatur: Davidenkoff](#)

Ermittlung der Grundwassermenge

(Offene Wasserhaltung nach Davidenkoff)

Projekt:

Tunnel Allach (Schacht WP 7)

Eingabe:

Länge der Baugrube	L1 =	8,40 m	L1 > L2
Breite der Baugrube	L2 =	8,40 m	
Durchlässigkeit d. Baugrundes	kf =	5,0E-02 m / s	
Grundwasserspiegel	=	497,40 m ü. NN	
Absenkziel	=	497,05 m ü. NN	
Grundwasserstauer	=	472,00 m ü. NN	

t=H bei T>H

t=T bei T<H

t=0 bei T=0

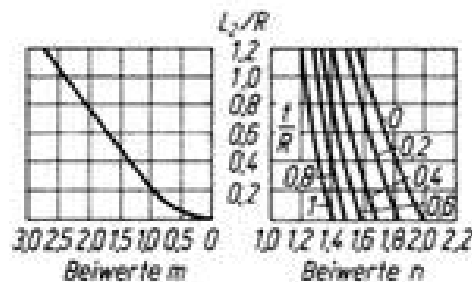
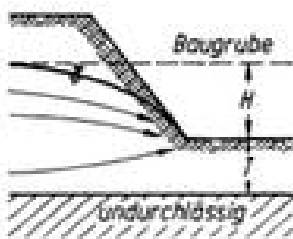
Ausgabe:

T =	25,05		
H =	0,35 m	m =	0,5935
t =	0,35		
Reichweite =	234,79 m	n =	1,98
L2 / R =	0,04		
t / R bzw. H / R =	0,00		

Wassermenge Q = 0,00792 m³ / s

7,92 l/s

Formel + Skizze:



$$Q = k \cdot H^2 \left[\left(1 - \frac{t}{H} \right) \cdot m + \frac{L_2}{R} \left(1 - \frac{t}{H} \cdot n \right) \right]$$

t = H bei T=H (m) L₁/L₂ = Länge/Breite der Baugrube

t = T bei T<H (m)

t = 0 bei T=0

R = Reichweite

t ist der Abstand zwischen Baugrubensohle und der Oberkante Wasserstauer (Aktive Zone)

aus:

[Literatur: Davidenkoff](#)

Ermittlung der Grundwassermenge

(Offene Wasserhaltung nach Davidenkoff)

Projekt:

Tunnel Allach (Schacht WP 6)

Eingabe:

Länge der Baugrube	L1 =	6,70 m	L1 > L2
Breite der Baugrube	L2 =	6,70 m	
Durchlässigkeit d. Baugrundes	kf =	5,0E-02 m / s	
Grundwasserspiegel	=	497,40 m ü. NN	
Absenkziel	=	497,05 m ü. NN	
Grundwasserstauer	=	472,00 m ü. NN	

t=H bei T>H

t=T bei T<H

t=0 bei T=0

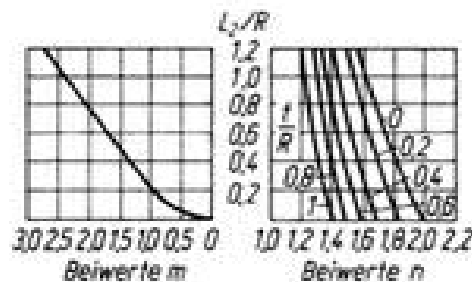
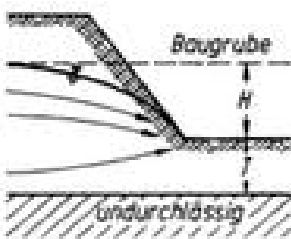
Ausgabe:

T =	25,05		
H =	0,35 m	m =	0,5647
t =	0,35		
Reichweite =	234,79 m	n =	1,98
L2 / R =	0,03		
t / R bzw. H / R =	0,00		

Wassermenge Q = 0,00744 m³ / s

7,44 l/s

Formel + Skizze:



$$q = k \cdot H^2 \left[\left(1 - \frac{t}{H} \right) \cdot m + \frac{L_2}{R} \left(1 - \frac{t}{H} \cdot n \right) \right]$$

t = H bei T=H (m) L₁/L₂ = Länge/Breite der Baugrube

t = T bei T<H (m)

t = 0 bei T=0

R = Reichweite

l ist der Abstand zwischen Baugrubensohle und der Oberkante Wasserstauer (Aktive Zone)

aus:

[Literatur: Davidenkoff](#)

Ermittlung der Grundwassermenge

(Offene Wasserhaltung nach Davidenkoff)

Projekt:

Tunnel Allach (Kabeltrasse westl. WP6 bis WP7)

Eingabe:

Länge der Baugrube	L1 =	15,00 m	L1 > L2
Breite der Baugrube	L2 =	6,50 m	
Durchlässigkeit d. Baugrundes	kf =	5,0E-02 m / s	
Grundwasserspiegel	=	497,40 m ü. NN	
Absenkziel	=	497,10 m ü. NN	
Grundwasserstauer	=	472,00 m ü. NN	

t=H bei T>H

t=T bei T<H

t=0 bei T=0

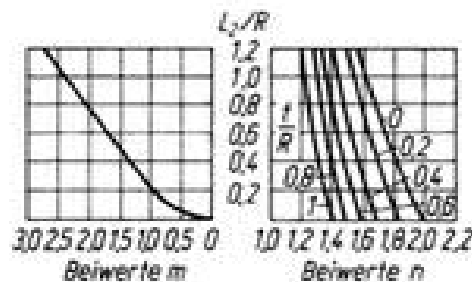
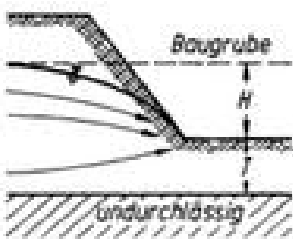
Ausgabe:

T =	25,10		
H =	0,30 m	m =	0,5801
t =	0,30		
Reichweite =	201,25 m	n =	1,98
L2 / R =	0,03		
t / R bzw. H / R =	0,00		

Wassermenge Q = 0,00622 m³ / s

6,22 l/s

Formel + Skizze:



$$q = k \cdot H^2 \left[\left(1 - \frac{t}{H} \right) \cdot m + \frac{L_2}{R} \left(1 - \frac{t}{H} \cdot n \right) \right]$$

t = H bei T=H (m) L₁/L₂ = Länge/Breite der Baugrube

t = T bei T<H (m)

t = 0 bei T=0 R = Reichweite

t ist der Abstand zwischen Baugrubensohle und der Oberkante Wasserstauer (Aktive Zone)

aus:

[Literatur: Davidenkoff](#)

Ermittlung der Grundwassermenge

(Offene Wasserhaltung nach Davidenkoff)

Projekt:

Tunnel Allach (Kabeltrasse zwischen Kabelhaus 2 und Kabelhaus 3)

Eingabe:

Länge der Baugrube	L1 =	135,00 m	L1 > L2
Breite der Baugrube	L2 =	6,50 m	
Durchlässigkeit d. Baugrundes	kf =	5,0E-02 m / s	
Grundwasserspiegel	=	496,60 m ü. NN	
Absenkziel	=	496,10 m ü. NN	
Grundwasserstauer/Tunneldecke	=	495,40 m ü. NN	

t=H bei T>H

t=T bei T<H

t=0 bei T=0

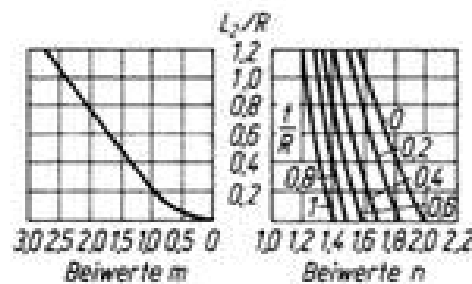
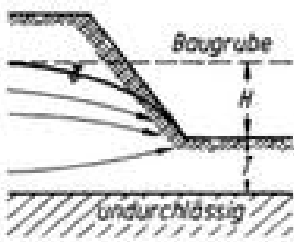
Ausgabe:

T =	0,70		
H =	0,50 m	m =	0,5223
t =	0,50		
Reichweite =	335,41 m	n =	1,99
L2 / R =	0,02		
t / R bzw. H / R =	0,00		

Wassermenge Q = 0,02810 m³ / s

28,10 l/s

Formel + Skizze:



$$q = k \cdot H^2 \left[\left(1 - \frac{t}{H} \right) \cdot m + \frac{L_1}{R} \left(1 - \frac{t}{H} \cdot n \right) \right]$$

t = H bei T=H (m) L₁/L₂ = Länge/Breite der Baugrube

t = T bei T<H (m)

t = 0 bei T=0

R = Reichweite

t ist der Abstand zwischen Baugrubensohle und der Oberkante Wasserstauer (Aktive Zone)

aus:

[Literatur: Davidenkoff](#)

A99; AD Allach – AD Feldmoching Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)

Planung und Konzeptionierung der Wasserhaltung

Anlage 5 Dimensionierung der Wasserhaltung

A99; AD Allach – AD Feldmoching Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)

Planung und Konzeptionierung der Wasserhaltung

Anlage 5.1 Dimensionierung für Bereiche mit wasserabhaltender Umschließung

2

A99; AD Allach – AD Feldmoching Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)

Planung und Konzeptionierung der Wasserhaltung

Anlage 5.2 Dimensionierung für Bereiche mit offener Wasserhaltung



Berechnungen für den Erläuterungsbericht zum wasserrechtlichen Antrag für die Bauwasserhaltung

Gewerk		Kabelhaus 3			Schacht 3.1			Kabeltrasse zw. KH2 und KH3			Schacht WP 7			Schacht WP 6			Kabeltrasse zw. WP 6 und WP 7		
1. Randbedingungen																			
1.1 Dauer																			
Dauer der Wasserhaltung	t _{Bau}	203 Tage			84 Tage			35 Tage			84 Tage			84 Tage			28 Tage		
1.2 Baugrubenabmessungen																			
größte Länge	a	25,4 m			9 m			135 m			8,4 m			8,4 m			15 m		
größte Breite	b	14,4 m			8 m			6,5 m			8,4 m			8,4 m			6,5 m		
Umfang	U	79,6 m			34 m			283 m			33,6 m			33,6 m			43 m		
Fläche	A	366 m²			72 m²			878 m²			71 m²			71 m²			98 m²		
1.3 Höhen und Mächtigkeiten																			
Baugrubensohle	BGS	495,68 müNN			495,90 müNN			496,10 müNN			497,55 müNN			497,55 müNN			497,10 müNN		
Absenkziel	ASZ	495,68 müNN			495,90 müNN			496,10 müNN			497,05 müNN			497,05 müNN			497,10 müNN		
OK Stauer	OK _{St}	495,68 müNN			495,90 müNN			müNN			müNN			müNN			müNN		
Bemessungswasserstand Bauzeit	HGW _{Bau}	496,18 müNN			496,03 müNN			496,60 müNN			497,40 müNN			497,40 müNN			497,40 müNN		
Sicherheitsraum zwischen BGS und Absenkziel	t ₁	0,00 m			0,00 m			0,00 m			0,50 m			0,50 m			0,00 m		
Absenkung	s	0,50 m			0,13 m			0,50 m			0,35 m			0,35 m			0,30 m		

A99; AD Allach – AD Feldmoching Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)

Planung und Konzeptionierung der Wasserhaltung

Anlage 5.3 Dimensionierung für DB-Querung (Start- und Zielgrube)



Berechnungen für den Erläuterungsbericht zum wasserrechtlichen Antrag für die Bauwasserhaltung

Gewerk		DB-Querung Startgrube			DB-Querung Zielgrube			Schacht 4.5 + Querung Wilhelm-Zwölfer-Straße		
1. Randbedingungen										
1.1 Dauer										
Dauer der Wasserhaltung	t _{Bau}	238 Tage			238 Tage			238 Tage		
1.2 Baugrubenabmessungen										
größte Länge	a	12 m			6,5 m			5 m		
größte Breite	b	6 m			5 m			20 m		
Umfang	U	36 m			23 m			50 m		
Fläche	A	72 m²			33 m²			100 m²		
1.3 Höhen und Mächtigkeiten										
Baugrubensohle	BGS	494,00 müNN			494,00 müNN			495,13 müNN		
Absenkziel	ASZ	494,00 müNN			494,00 müNN			495,13 müNN		
OK Stauer	OK _{St}	494,00 müNN			494,00 müNN			495,13 müNN		
Bemessungswasserstand Bauzeit	HGW _{Bau}	495,85 müNN			495,85 müNN			495,68 müNN		
Sicherheitsraum zwischen BGS und Absenkziel	t ₁	0,00 m			0,00 m			0,00 m		
Absenkung	s	1,85 m			1,85 m			0,55 m		
Grundwassermächtigkeit (Mittel)	H _{Bau(q)}	1,85 m			1,85 m			0,55 m		
Entwässerbarer Porenanteil Quartär	n _q	0,30			0,30			0,30		
2. Berechnung der zu erwartenden Wassermengen										
2.1 Trogwasser										
$V_{Trog} = A \cdot (s_q \cdot n_q + s_1 \cdot n_1)$	V _{Trog}	39,92 m³			18,04 m³			16,50 m³		
Erford. Pumpleistung zum Abpumpen innerhalb von		8,88			1,54			1,54		
$Q_{Trog} = V_{Trog} \cdot 1.000 / (\text{Anzahl der Tage} \cdot 24 \cdot 3.600)$		3 Tagen			3 Tagen			3 Tagen		
$Q_{Trog} = V_{Trog} / (\text{Anzahl der Tage} \cdot 24)$	Q _{Trog}	0,2 l/s			0,1 l/s			0,1 l/s		
		0,6 m³/h			0,3 m³/h			0,2 m³/h		
2.3 Sickerwasser aus der Baugrubenumschließung										
Die Sickerwassermenge aus der Umschließung wird mit der benetzten Fläche errechnet. Nach Stand der Technik beläuft sich der Wert i.d.R. auf 1,5 l/s je 1000m² benetzter Fläche und sollte nicht größer als 5,0 l/s je 1000m² bentetzter Fläche sein. (siehe dazu Kluckert: Massnahmen zur Beherrschung des Wassers in der Geotechnik, TU Graz 2007) Sickerwassermenge je 1.000 m² benetzte Baugrubenumschließung										
$Q_{Wand} = U \cdot s \cdot p / 1.000$	p	1,5 l/s			1,5 l/s			1,5 l/s		
	Q _{Wand}	0,10 l/s			0,06 l/s			0,04 l/s		
		0,359 m³/h			0,230 m³/h			0,149 m³/h		
Voraussichtlicher Wasserzutritt aus der Umschließung gesamte Bauzeit										
$Q_{Wand} \cdot (24 \cdot t_{Bau})$	Q _{Wand} (tBau)	2.052 m³			1.312 m³			848 m³		
3. Niederschlagswasser										
3.1 Bemessungsregen										
Obwohl beim Bemessungsregen große Wassermengen innerhalb eines kurzen Zeitraumes anstehen, haben diese keine großen Auswirkungen auf die Baugrube. Das Niederschlagswasser kann anschließend mittels noch freier Förderkapazitäten der Pumpen innerhalb weniger Stunden aus der Baugrube gepumpt werden										
Wassermenge eines 15 minütigen Bemessungsregen pro Sekunde und Hektar	r ₁₅	0,174 m³/s*ha			0,174 m³/s*ha			0,174 m³/s*ha		
$Q_{N15} = r_{15} \cdot 15 \cdot 60s \cdot A / 10$	Q _{N15}	1,13 m³			0,51 m³			1,57 m³		
In einem Zeitraum von etwa		1 h			1 h			1 h		
kann das Niederschlagswasser mit einern Pumpenleistung von abgepumpt werden.		0,31 l/s			0,14 l/s			0,44 l/s		
3.2 Jahresniederschlag										
Bei einem Jahresniederschlag von etwa	N _a	950 mm			950 mm			950 mm		
müssen folgende Wassermengen abgepumpt werden:										
$Q_{Na} = ((N_a / 1.000) \cdot A) / 365) \cdot t_{Bau}$	Q _{Na}	44,60 m³			20,13 m³			61,95 m³		
Das ergibt eine durchschnittliche Förederrate von:		0,00 l/s			0,00 l/s			0,00 l/s		
5. Übersicht der zu erwartenden Wassermengen										
5.1. Gesamtwassermenge bezogen auf die Bauzeit										
		Bauzeit			Bauzeit			Bauzeit		
		m³	m³/h	l/s	m³	m³/h	l/s	m³	m³/h	l/s
Trogwasser	Q _{Trog}	39,92	0,01	0,00	18,04	0,00	0,00	16,50	0,00	0,00
Sickerwasser Baugrubenumschließung	Q _{Wand}	2.052,04	0,36	0,10	1.312,45	0,23	0,06	848,23	0,15	0,04
Jahresniederschlag	Q _{Na}	44,60	0,01	0,002	20,13	0,00	0,001	61,95	0,01	0,003
15-minütiger Bemessungsregen	Q _{N15}	1,13	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	1,57	0,00	0,00
Summen:		2.137,69	0,37	0,10	1.351,12	0,24	0,07	928,24	0,16	0,05
5.1 Durchschnittliche Wassermenge										
Max. Wassermenge, die beim Leepumpen des Troges auftreten kann:										
$Q_{max} = Q_{Trog} + Q_{Wand} + Q_{Na}$	Q _{max}		0,37	0,10		0,24	0,07		0,16	0,05
Durchschnittliche Restwassermenge nach Lenzen des Troges mit Niederschl.										
$Q_{rest+Na} = Q_{Wand} + Q_{Na}$	Q _{Rest+Na}		0,37	0,10		0,23	0,06		0,16	0,04