

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

Hydrologisches Gutachten

aufgestellt:
Autobahndirektion Südbayern



Dr. Eid, Ltd. Baudirektor
München, den 11.12.2020

Planfestgestellt mit Beschluss
der Regierung von Oberbayern
Az: 4354.32_01-9-7
München, 22.04.2024

gez.
Thomasberger
Regierungsrat





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
Markus Bauer

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)***

Hydrologischer Bericht

Projektnummer: 05977

Vertragsnummer: 2 0045 19 D 1225

Auftraggeber: Autobahndirektion Südbayern
Bergsonstraße 30
81245 München

Datum: 20. Oktober 2020

Index: A

Revisionsdokumentation:

Index	Datum	Erläuterung
-	11.12.2019	Hydrologischer Bericht
A	20.10.2020	Ergänzung folgender Gewerke: Betriebsgebäude, Havariebecken

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Beschreibung der Baumaßnahme	5
2 Verwendete Unterlagen	6
3 Geologische Situation	8
4 Hydrologische Gegebenheiten	9
4.1 Hydrologischer Überblick	9
4.2 Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes	9
5 Grundwasserstände im Projektgebiet	10
5.1 Mittelwasserstand.....	10
5.2 Durchschnittlicher Hochwasserstand /bauzeitlicher Bemessungswasserstand	10
5.3 Höchstwasserstand / Bemessungswasserstand Endzustand	12
6 Einfluss der Baumaßnahme auf das Grundwasser und zu erwartender Grundwasseraufstau im HHW-Fall	13
6.1 Randbedingungen	13
6.2 Berechnungsgrundlagen	13
6.3 Teilbereich 1 (Block 11 bis Block 18)	13
6.4 Teilbereich 2 (Teilbereich 2: Block 20 bis Block 52)	14
6.5 Teilbereich 3 (Teilbereich 3: Block 66 bis Block 72)	14
6.6 Teilbereiche in denen der Kabelkanal neben der Tunneldecke liegt (OK Tunneldecke = OK Kabelkanal)	15
6.7 Teilbereich Querung Bahngleise (Schacht 4.3 bis Schacht 4.5).....	15
6.8 Kabelhäuser.....	15
6.9 Betriebsgebäude	16
6.10 Havariebecken.....	16
6.11 Bewertung der Beeinflussung des Grundwasserstroms im HHW-Fall	17
7 Schlussfolgerungen zur hydrologischen Situation.....	19

Abbildungsverzeichnis**Seite**

Abb. 1:	Regelquerschnitt durch geplanten Kabelkanal [U 7].....	5
Abb. 2:	Längsschnitt (SW – NE) des auf der Tunneldecke geplanten Kabelhauses 5 [U 6]. Weitere Details sowie der Grundriss und der Querschnitt sind [U 6] zu entnehmen.	6

Tabellenverzeichnis**Seite**

Tab. 1:	Zusammenstellung der ausgewerteten Grundwassermessstellen und dazugehörige Mittelwasserstände im Projektgebiet.	10
Tab. 2:	Zusammenstellung der ausgewerteten Grundwassermessstellen und errechnete Hochwasserstände (HW10) im Projektgebiet.	11
Tab. 3:	Zusammenstellung der ins Grundwasser reichenden Teilbereiche im HHW-Fall, errechneter Aufstau und Bewertung des Aufstaus nach [U 11].....	17

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Geographischer Übersichtslageplan, M = 1 : 50.000
Anlage 2	Detaillageplan hinterlegt mit Grundwassergleichenplan (HW1940) + Grundwassergefälle und Grundwasserfließrichtung, Maßstab ca. 1:750
Anlage 3	Hydrologischer Längsschnitt, Maßstab 1 : 250
Anlage 4	Berechnung Grundwasseraufstau HHW-Fall
Anlage 4.1	Berechnung Grundwasseraufstau Teilbereich 1 (Block 11 bis Block 18)
Anlage 4.2	Berechnung Grundwasseraufstau Teilbereich 2 (Block 20 bis Block 52)
Anlage 4.3	Berechnung Grundwasseraufstau Teilbereich 3 (Block 66 bis Block 72)
Anlage 4.4	Berechnung Grundwasseraufstau Kabelhäuser
Anlage 4.5	Berechnung Grundwasseraufstau Querung Bahngleise
Anlage 4.6	Berechnung Grundwasseraufstau Betriebsgebäude

1 Beschreibung der Baumaßnahme

Die Autobahndirektion Südbayern plant die temporäre Seitenstreifenfreigabe an der A 99, Autobahnring München zwischen dem Autobahndreieck (AD) Allach und dem AD Feldmoching. Im Zuge der Maßnahme muss am Tunnel Allach (BW10-1) eine Verlegung der Sparten auf den Tunnel erfolgen.

Das West-Portal des etwa 1,1 km langen Allacher Tunnel liegt bei BAB-km 10+380 und das Ost-Portal bei BAB-km 11+440. Bei der geplanten Spartenverlegung sind die zum momentanen Zeitpunkt im Tunnel, unter dem Seitenstreifen, verlaufenden Sparten auf bzw. neben den Tunnel zu verlegen [U 7]. Im Bereich der Querung der Würm soll die Kabeltrasse oberirdisch über das Gewässer geführt werden. Im Bereich der kreuzenden Bahngleise im Bereich ca. BAB-km 10+990 bis 11+000 wird die Kabeltrasse nach Süden geführt und die Bahnstrecken mit einer Durchpressung unterquert. Ein Lageplan des Bauvorhabens ist Anlage 2 zu entnehmen. Der dazugehörige Längsschnitt der die Höhenlage des Kabelkanals relativ zum Allacher Tunnel und zum umliegenden Gelände zeigt, ist in Anlage 3 enthalten.

Der geplante Kabelkanal (siehe Abb. 1) umfasst zwei Wasserleitungen (DN300) sowie 24 Leerrohre für die weiteren zu verlegenden Sparten. Die Wasserleitungen und die Leerrohre verlaufen jeweils in separaten aus Ortbeton herzustellenden Rahmen. Die geplante Höhe des Kabelkanals beträgt 1,0 m und die Breite beträgt 3,2 m.

Zudem sind sechs Kabelhäuser auf der Tunneldecke herzustellen, welche eine Länge von etwa 22 m und eine Breite von etwa 11 m besitzen (siehe Abb. 2). Die Kabelhäuser werden gemäß der vorliegenden Planungsunterlagen auf der Tunneldecke gegründet [U 10]. Nördlich des Tunnels ist im Zuge des Baumaßnahme ein weiteres Betriebsgebäude sowie ein Havariebecken herzustellen.

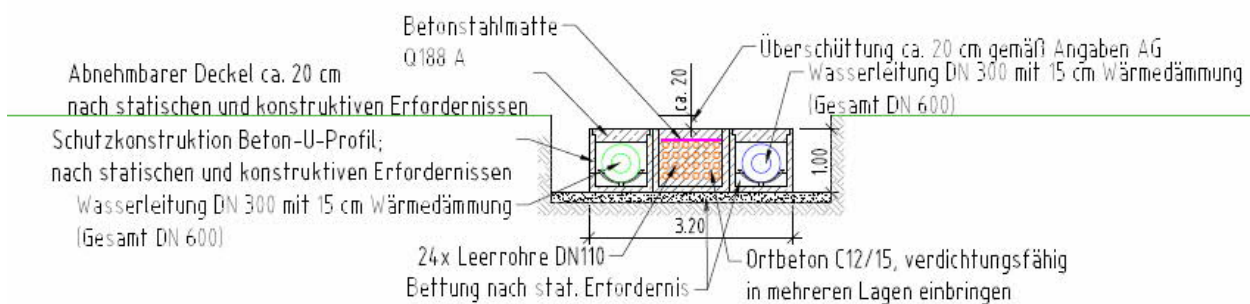


Abb. 1: Regelquerschnitt durch geplanten Kabelkanal [U 7].

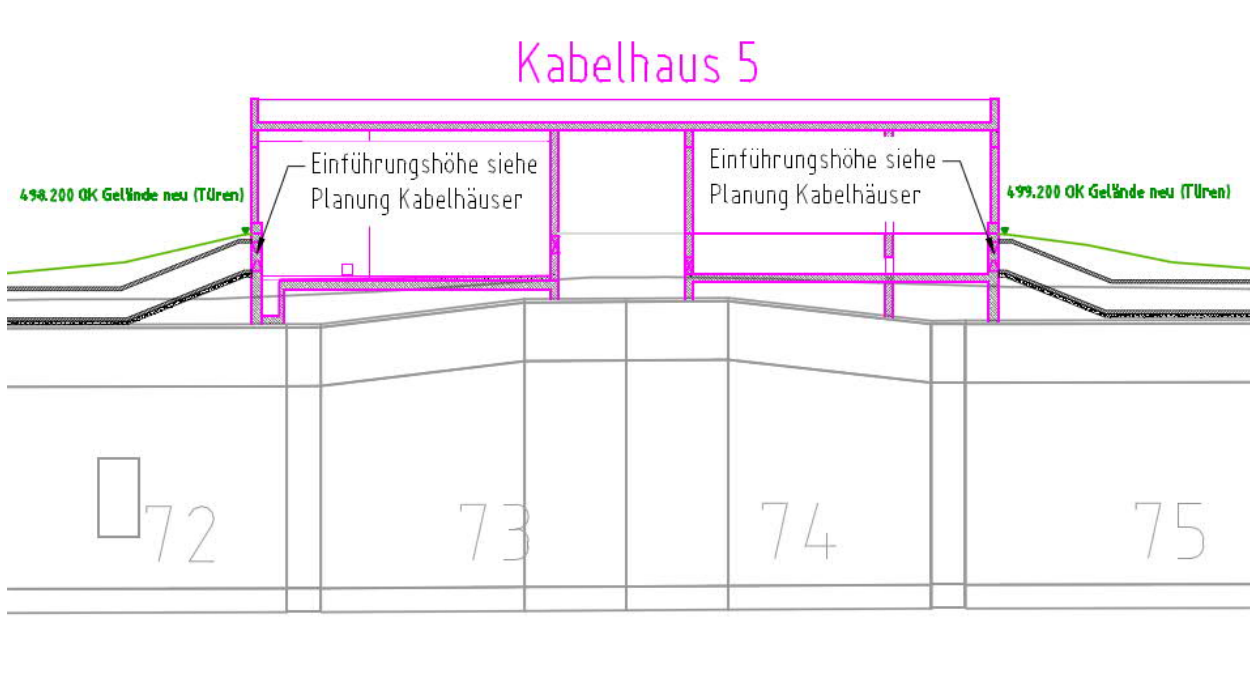


Abb. 2: Längsschnitt (SW – NE) des auf der Tunneldecke geplanten Kabelhauses 5 [U 6]. Weitere Details sowie der Grundriss und der Querschnitt sind [U 6] zu entnehmen.

Die Baugeologisches Büro Bauer GmbH wurde mit der geologischen Erkundung, der hydrologischen Beurteilung sowie der Gründungsberatung für den Spartenkanal, die Kabelhäuser sowie die erforderlichen Über- und Unterquerungen beauftragt.

Im vorliegenden Bericht sind die hydrologischen Gegebenheiten am Standort sowie der Einfluss der Baumaßnahme auf die Grundwassersituation im Projektgebiet zusammenfassend dargestellt.

2 Verwendete Unterlagen

- [U 1] GeoDatenService Kommunalreferat: Vermutlicher Höchstgrundwasserstand HW 1940 Allacher Tunnel, Stand 17.07.2019.
- [U 2] Stadtportal Landeshauptstadt München (o.D.): Grundwasserstandslinien – Karte zum oberen Grundwasserstockwerk vom Juli 1990, verfügbar auf:
http://maps.muenchen.de/rgu/isohypsen_1990.
- [U 3] Autobahndirektion Südbayern (1989): A 99 Autobahnring München, Streckenteilabschnitt Allach – Feldmoching km 2+344 bis km 3+900.– Lageplan, geologischer Längsschnitt (Nordabschnitt und Südabschnitt); Maßstab 1:2000 / 1: 200; gez. 18.09.1989.
- [U 4] DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.) (2012): Merkblätter zur Wasserwirtschaft – Ermittlung von

Hochwasserwahrscheinlichkeiten Merkblatt 552, DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef.

- [U 5] DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.) (2005): DWA-Regelwerk - DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser.– 2. Korrigierte Auflage; Hennef (DWA).
- [U 6] SSF Ingenieure (2019): A99 Autobahnring München – Temporäre Seitenstreifenfreigabe (TSF) AD München – Allach bis AD München – Feldmoching von km 103+330 bis 18+200.– Längsschnitt Tunnelachse; Maßstab 1 : 250, gez. 26.09.2019.
- [U 7] SSF Ingenieure (2019): A99 Autobahnring München – Temporäre Seitenstreifenfreigabe (TSF) AD München – Allach bis AD München – Feldmoching von km 103+330 bis 18+200.– Lageplan Kabeltrasse, Regelquerschnitt Maßstab 1 : 1250 / 1 : 100, gez. 07.10.2019.
- [U 8] Schneider, G. (1981): Berechnung der Beeinflussung des Grundwasserstroms durch Baumaßnahmen.– Die Bautechnik, 02/1981, S. 67-69.
- [U 9] Schneider, G. (1983): Grundwasseraufstau vor Bauwerken bei gleichzeitiger Unter- und Umströmungsmöglichkeit.– Die Bautechnik, 11/1983, S. 391-394.
- [U 10] Autobahndirektion Südbayern (2019): A99 TSF AD München Allach bis AD München-Feldmoching; Neubau Kabelhäuser 1-6 (E-Trasse).– Entwurfsplanung: Lageplan, Grundriss, Querschnitt A-A, Längsschnitt B-B, Maßstab 1 : 100, Aktualisierung 22.09.2019.
- [U 11] Autobahndirektion Südbayern (2019): Abstimmung WWA, A99 TSF, Querung Würm und Aufstauung des Grundwassers.– Besprechungsprotokoll der Besprechung am 16.05.2019, gef. 04.06.2019.
- [U 12] Baugeologisches Büro Bauer (2019): A99; AD Allach – AD Feldmoching, Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1) Strecke.– Geologisch-geotechnischer Bericht, Entwurf Stand 12.11.2019.
- [U 13] 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, Entwurf Stand 12.11.2019.
- [U 14] Bayerisches Landesamt für Umwelt (2019): UmweltAtlas – Bohrungen und Quellen.– online verfügbar unter: <https://www.umweltatlas.bayern.de/startseite/>, aufgerufen am 11.11.2019.
- [U 15] Autobahndirektion Südbayern (2019): A99 TSF AD München-Allach bis AD München-Feldmoching; Betriebsgebäude.– Lageplan, Schnitt A-A, Maßstab 1 : 100, Index C, gez. 19.07.2019.
- [U 16] Autobahndirektion Südbayern (2019): A99 TSF AD München-Allach bis AD München-Feldmoching; Havariebecken.– Lageplan, Maßstab 1 : 100, gez. 16.03.2020.

3 Geologische Situation

Zur Erläuterung der geologischen Situation im Bereich des Kabelkanals sind die geologisch-geotechnischen Berichte für die Trassenverlegung (Strecke [U 12] + Querung Bahngleise [U 13]) sowie die für den Neubau des Allacher Tunnels abgeteuften Erkundungsbohrungen aus dem Jahr 1989 und die zugehörigen Längsschnitte [U 3] herangezogen worden.

Im Bereich der geplanten Kabeltrasse liegen gemäß [U 12] unter der Mutterbodenauflage direkt oberhalb des Tunnels bis zur Tunneldecke kiesige Auffüllungen (Schicht 1) vor, bei denen es sich vermutlich um im Zuge des Tunnelbaus (offene Bauweise) ausgehobene und später wieder eingebaute quartäre Schotter handelt. Gemäß den Erkundungsergebnissen sind die Auffüllungen mindestens mitteldicht gelagert. Seitlich und unterhalb des Tunnels folgen unter dem Mutterboden bzw. unter den Auffüllungen quartäre Kiese und Sande (Schicht 2). Diese bestehen laut [U 12] aus schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen bis stark sandigen, teils schwach steinigen Kiesen mit linsenartigen Einschaltungen von teils schwach schluffigen, schwach bis stark kiesigen Sanden. Die quartären Schotter sind in Projektgebiet dicht bis sehr dicht gelagert. Die Schichtunterkante der quartären Kiese schwankt gemäß den Erkundungsergebnissen [U 3] sowie den online verfügbaren Informationen aus dem Umweltatlas zwischen ca. 479 m ü. NN (Objekt-ID 7734BG000080; [U 14]; Bereich Portal West) und 470 m ü. NN (Objekt-ID 7734BG000122; [U 14]; Bereich Querung Bahn). Darunter folgen sandige und bindige tertiäre Sedimente der Oberen Süßwassermolasse [U 3].

4 Hydrologische Gegebenheiten

Grundlage für den hydrologischen Bericht sind die die Auskünfte des Kommunalreferats zu den vermutlichen Höchstwasserständen im Projektgebiet (HW1940) [U 1], die online verfügbaren Hochwasserdaten vom Juli 1990 [U 2] sowie langjährige Pegelmessreihen der umliegenden Grundwassermessstellen.

4.1 Hydrologischer Überblick

Im Bereich des Allacher Tunnels bilden die quartären Schotter den Grundwasserleiter des oberen Stockwerks. Im Raum München liegen zudem noch tieferliegende tertiäre Grundwasserstockwerke vor, welche aufgrund der Tiefenlage für vorliegendes Bauvorhaben nicht relevant sind und im Folgenden nicht näher betrachtet werden.

4.2 Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes

Gemäß den Baugrundaufschlüssen (EKP 2019; [U 12]) beinhalten die Auffüllungen und die quartären Schotter meist nur geringe Feinkornanteile. Typisch für ihre Genese und Zusammensetzung weisen sie Durchlässigkeitsbeiwerte im Bereich von $k_f = 1 \cdot 10^{-2}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-6}$ m/s auf. Dies wird auch durch mehrere aus den Kornsummenkurven berechnete k_f -Wert bestätigt. Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte ergaben dabei im Mittel einen k_f -Wert von $9,6 \cdot 10^{-3}$ m/s. Die quartären Schotter sind demnach als „stark durchlässig“ bis „durchlässig“ zu klassifizieren. Nach der Bodenansprache und unserer Erfahrung ist im Mittel ein k_f -Wert von $1 \cdot 10^{-4}$ m/s anzunehmen. In Anlehnung an das Merkblatt DWA-A 138 [U 5] ergibt sich unter Anwendung der entsprechenden Korrekturfaktoren ein maßgeblicher k_f -Wert von $1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s. Für die Berechnung wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s für die Auffüllungen angesetzt.

5 Grundwasserstände im Projektgebiet

5.1 Mittelwasserstand

Im Projektgebiet liegen mehrere Grundwassermessstellen mit langjährigen Messreihen zur Beschreibung der hydrologischen Situation vor. Die Lage der Grundwassermessstellen ist dem Lageplan (siehe Anlage 2) zu entnehmen. Die aus den Grundwassermessstellen nach [U 4] errechneten Mittelwasserstände sind in folgender Tabelle (Tab. 1) aufgelistet. Die höchsten Wasserstände wurden dabei im westlichen Bereich des Tunnel gemessen. Die Pegelstände (Grundwasserspiegel) nehmen Richtung Osten hin ab.

Tab. 1: Zusammenstellung der ausgewerteten Grundwassermessstellen und dazugehörige Mittelwasserstände im Projektgebiet.

Messstelle	Beobachtungszeitraum	Mittelwasserstand [m ü. NN]
ABP9915	1993-2018; (keine durchgängigen Daten verfügbar für Jahre 2004-2007, 2015-2017)	496,22
ABP9922	1993-2017 (keine durchgängigen Daten verfügbar für Jahre 2004-2007, 2015-2017)	495,48
ABP9908	1993-2018 (keine durchgängigen Daten verfügbar für Jahre 2004-2007, 2016-2017)	494,71
ABP9926	1993-2018 (keine durchgängigen Daten verfügbar für Jahre 2004-2007)	494,34

5.2 Durchschnittlicher Hochwasserstand /bauzeitlicher Bemessungswasserstand

Laut der online verfügbaren Isohypsenkarte [U 2] lag das Grundwasser im Juli 1990 im Projektareal bei ca. 493,5 m ü. NN im nordöstlichen Teil des Tunnels und bis knapp unter 497 m ü. NN im südwestlichen Teil des Tunnels. Dies entspricht einem durchschnittlichen Hochwasserstand und wird üblicherweise im Großraum München als bauzeitlicher Bemessungswasserstand herangezogen.

Da in der Isohypsenkarte (Juli 1990) keine lokalen Wasserstands-Schwankungen (z.B. Aufstau durch bestehenden Tunnel) berücksichtigt sind, werden zur Bestimmung des bauzeitlichen Hochwasserstands die Grundwasserdaten der umliegenden Messstellen (siehe Tab. 1) herangezogen. Anhand der vier nahegelegenen Messstellen wurde die hydrogeologische Situation für ein 10-jähriges Hochwasserereignis (HW10) nach [U 4] berechnet. Im Beobachtungszeitraum der Messstellen sind für einige Jahre keine durchgängigen Daten verfügbar (vgl. Tab. 1). Diese Jahre wurden bei der Berechnung des HW10 ausgenommen, da keine verlässlichen Angaben zum Höchstwasserstand des jeweiligen Jahres vorliegen.

Tab. 2: Zusammenstellung der ausgewerteten Grundwassermessstellen und errechnete Hochwasserstände (HW10) im Projektgebiet.

Messstelle	Mittelwasserstand (MW) [m ü. NN]	10-jähriges Hochwasser (HW10) [m ü. NN]	Bauwasserstand (HW10 + 0,5 m) [m]
ABP9915	496,22	497,44	497,94
ABP9922	495,48	496,87	497,37
ABP9908	494,71	495,85	496,35
ABP9926	494,34	495,40	_*

* ABP 9926 wird aufgrund der Entfernung zum Allacher Tunnel nicht zur Ermittlung des Bauwasserstandes herangezogen.

Im Hochwasserfall beträgt das Grundwassergefälle etwa 3-4 ‰ (siehe Isohypsenkarte Juli 1990 [U 2]) und die Grundwasserfließrichtung ist nach NNE gerichtet. Da die errechneten Hochwasserstände (HW10) über den Wasserständen im Juli 1990 liegen, ist davon auszugehen, dass sich die Grundwasserfließrichtung im Vergleich zum Juli 1990 geringfügig nach Osten, in Richtung der Fließrichtung im Falle eines HHW (siehe Kap. 5.3), verschiebt. Für ein HW10 ist somit anzunehmen, dass das Grundwasser in nordöstlicher Richtung fließt. Da die oben genannten Grundwassermessstellen nicht auf der Tunnelachse liegen, wurden diese zur Darstellung im Längsschnitt senkrecht zur Grundwasserfließrichtung (HW10-Fließrichtung: NE) auf die Tunnelachse projiziert (siehe Anlage 3).

Der Sicherheitsaufschlag zum Erhalt des Bemessungswasserstands für den Bauzustand ist eine Risikoabwägung, die nutzungsabhängig und kostenrelevant ist. Der Sicherheitsaufschlag muss somit vom Bauherrn festgelegt werden. Da keine Angaben zu möglichen Wasserhaltungsmaßnahmen im Bereich des bestehenden Tunnels (z.B. Düker) vorliegen und folglich eine Beeinflussung der Grundwasserstände durch den bestehenden Tunnel nicht genau quantifizierbar ist, empfehlen wir auf der sicheren Seite liegend einen Sicherheitsaufschlag von 0,5 m zu verwenden.

Die anhand der Messstellen errechneten Hochwasserstände (HW10) sowie der bauzeitliche Bemessungswasserstand (HW10 + 0,5 m Sicherheitsaufschlag) sind dem Längsschnitt (Anlage 3) zu entnehmen. Gemäß der aktuellen Planung liegt der Kabelschacht weitgehend über dem bauzeitlichen Bemessungswasserstand. Lediglich im Bereich von Block 15 bis Block 49 sowie im Bereich der Bahnquerung wird die Baumaßnahme bauzeitlich vom Grundwasser beeinflusst. Die Gründungstiefe von Kabelhaus 4 liegt aufgrund der Deckenabschrägung bereichsweise ebenfalls unter dem bauzeitlichen Grundwasserstand. Somit sind in den betroffenen Abschnitten bauzeitlich Wasserhaltungsmaßnahmen zur Herstellung des Kabelkanals notwendig.

5.3 Höchstwasserstand / Bemessungswasserstand Endzustand

Für den Projektstandort liegen entlang der geplanten Kabeltrasse sechs Höchstgrundwasserangaben der Landeshauptstadt München [U 1] vor. Im Bereich des West-Portals liegt der HW1940-Wasserstand bei 498,0 m ü. NN, im Bereich des Ost-Portals bei 495,4 m ü. NN. Im Detaillageplan (Anlage 2) ist zur Veranschaulichung der Grundwassergleichenplan hinterlegt, welcher die Grundwassersituation entlang der Kabeltrasse im HHW-Fall (HW1940) zeigt. Die Grundwasserfließrichtung ist im Projektgebiet im HHW-Fall Richtung ENE gerichtet. Das Grundwassergefälle entspricht dabei im HHW-Fall etwa 2 ‰ – 4 ‰, im nördlichen Teil des Tunnels bis zu 5 ‰ (siehe Anlage 2; basierend auf [U 1]).

Die Angabe des Bemessungswasserstandes für den Endzustand basiert auf den im Detaillageplan gezeigten Höchstwasserständen. Im Raum München bzw. im Grundwasserkörper der Münchner Schotterebene wird üblicherweise im Einklang mit der Empfehlung des RGU für Bauvorhaben im Grundwasser ein Sicherheitsaufschlag von 0,3 m gewählt.

Die Bemessungswasserstände im Endzustand sind dem Längsschnitt (Anlage 3) zu entnehmen. Die Höhe des HW1940 (+ 0,3 m Sicherheitsaufschlag) in Relation zur Unterkante des Kabelschachtes sind im Längsschnitt (Anlage 3) ersichtlich. Folgende Bereiche des Tunnels liegen folglich teilweise oder vollständig unter dem Bemessungswasserstand im Endzustand:

- Teilbereich 1: Block 11 bis einschließlich Block 18
- Teilbereich 2: Block 20 bis einschließlich Block 52
- Teilbereich 3: Block 66 bis einschließlich Block 72

Die einzelnen Teilbereiche sind im Detaillageplan (Anlage 2) und dem Längsschnitt (Anlage 3) gekennzeichnet.

6 Einfluss der Baumaßnahme auf das Grundwasser und zu erwartender Grundwasseraufstau im HHW-Fall

6.1 Randbedingungen

Im HHW-Fall reichen einige Bereiche des geplanten Kabelschachtes, Teile der Kabelhäuser sowie das Betriebsgebäude und das Havariebecken unter die Grundwasseroberfläche, sodass es zu einem Grundwasseraufstau kommen kann. Die Randbedingungen für die drei ins Grundwasser reichenden Teilbereiche des Tunnels sind im Folgenden beschrieben.

Da der Allacher Tunnel nicht gerade verläuft, sondern eine geschwungene Form besitzt, wurde auf der sicheren Seite liegend für die einzelnen Teilbereiche der größte Winkel der Tunnelachse zur Grundwasserfließrichtung angesetzt.

Die Verträglichkeit des errechneten Aufstaus wird gemäß [U 11] bewertet. Ein Aufstau von < 10 cm ist demnach als verträglich einzustufen und es sind keine weiteren baulichen Maßnahmen zur Reduzierung des Aufstaus nötig. Bei einer Aufstauung von > 10 cm ist eine genauere Berechnung und/oder bauliche Zusatzmaßnahmen nötig.

6.2 Berechnungsgrundlagen

Die Berechnung des zu erwartenden Aufstaus erfolgt nach den Berechnungsverfahren von Schneider ([U 9]). Das Grundwassergefälle wurde für die einzelnen Teilbereiche aus der Isohypsenkarte (HW1940) bestimmt (siehe Grundwassergefälle auf Lageplänen in Anlage 2). Die Grundwasserfließrichtung und der Auftreffwinkel wurden ebenfalls anhand der Isohypsenkarte bestimmt (siehe Kap. 5.3 bzw. Anlage 2). Für die einzelnen im HHW-Fall vom Grundwasser beeinflussten Teilbereiche wurde der Gesamtkomplex Tunnel + Kabeltrasse betrachtet, um die Unterströmung des Bauwerks adäquat zu berücksichtigen. Zudem ist bei den einzelnen Teilbereichen zumeist keine Umströmung möglich (Ausnahme Querung Würm), da der bestehende Tunnel dies verhindert. Folglich wird in den folgenden Berechnungen der Grundwasseraufstau bei einer Unterströmung des Bauwerks betrachtet.

6.3 Teilbereich 1 (Block 11 bis Block 18)

Die Länge des Teilbereich 1 beträgt etwa 80 m und der Kabelschacht liegt teilweise komplett unterhalb des Bemessungswasserstandes im Endzustand. Im Teilbereich 1 verläuft der Kabelkanal direkt auf der Tunneldecke oder auf einer bis zu etwa 40 cm mächtigen Ausgleichsschicht. Die Unterkante des Allacher Tunnels liegt im Bereich von Block 18 bei etwa 488,3 m ü. NN. Die Oberkante der tertiären Schichten liegt gemäß Bohrung 7734BG000080 (siehe [U 14]) bei 478,5 m ü. NN. Die Restmächtigkeit des Aquifers unter dem Allacher Tunnel beträgt somit 9,8 m. Im Bereich von Block 18 liegt der Bemessungswasserstand im Endzustand bei ca. 498,1 m und liegt somit ca. 19,6 m über der Unterkante des quartären Grundwasserleiters.

Der rechnerisch ermittelte Aufstau bei einer Unterströmung des Bauwerks (Tunnel + Kabeltrasse) beträgt 5,2 cm und ist somit gemäß [U 11] als verträglich einzustufen.

Der Grundwasserfluss wird im westlichen Teil (westlich von Block 11) durch den bestehenden Tunnel eingeschränkt. Somit ist nur eine einseitige Umströmung auf der Ostseite (östlich von Block 18), im Bereich der Würm möglich. Diese einseitige Umströmung im Bereich der Würm reduziert den oben ermittelten Aufstau zusätzlich. Da eine einseitige Umströmung mit den Formeln nach Schneider nur näherungsweise mit geometrischen Annahmen quantifiziert werden kann, wurde dies auf der sicheren Seite liegend in der Berechnung nicht berücksichtigt.

6.4 Teilbereich 2 (Teilbereich 2: Block 20 bis Block 52)

Im zweiten Teilbereich liegt der Kabelschacht vollständig unter dem Bemessungswasserstand im Endzustand (Randbereiche ausgenommen). Die Länge des Teilbereichs beträgt 325 m und gemäß den vorliegenden Planungsunterlagen kommt der Kabelschacht im westlichen Teil direkt auf der Tunneldecke zu liegen, im östlichen Teil verläuft der Kabelschacht bis zu ca. 1,5 m über der Tunneldecke.

Die Unterkante des Allacher Tunnels liegt im Bereich von Block 52 bei etwa 487,4 m ü. NN. Die Oberkante der tertiären Schichten liegt gemäß Bohrung 7734BG000122 (siehe [U 14]) bei 469,7 m ü. NN. Die verbleibende Restmächtigkeit des Grundwasserleiters unter dem Tunnel beträgt somit 17,7 m. Der Bemessungswasserstand im Endzustand liegt im Teilbereich 2 (Block 52) bei 497,3 m ü. NN und liegt somit 27,6 m über der Oberkante der tertiären Schichten. Analog zum Teilbereich 1 ist auch hier eine einseitige Umströmung im Bereich der Würm (westlich des Teilbereichs 2) möglich. Da einer einseitigen Umströmung in den Formeln nach Schneider nur schwer Rechnung getragen werden kann und die Unterströmung des Tunnels den Strömungsvorgang dominiert, wurde die Umströmung in der Berechnung nicht berücksichtigt.

Unter den angegebenen Rahmenbedingungen wird ein maximaler Aufstau im HHW-Fall von 2,6 cm erzeugt, der gemäß [U 11] als verträglich einzustufen ist.

6.5 Teilbereich 3 (Teilbereich 3: Block 66 bis Block 72)

Im dritten, etwa 70 m langen Teilbereich verläuft der Kabelschacht unmittelbar auf der Tunneldecke. Die Unterkante des Allacher Tunnels liegt im Bereich von Block 66 bei etwa 488,0 m ü. NN. Die Oberkante der tertiären Schichten liegt gemäß Bohrung 7734BG000122 (siehe [U 14]) bei 469,7 m ü. NN. Folglich beträgt die Restmächtigkeit des Aquifers unter dem Allacher Tunnel 18,3 m. Der Bemessungswasserstand im Endzustand liegt bei ca. 496,9 m ü. NN, etwa 27,2 m über der Sohle des Aquifers.

Unter den angegebenen Rahmenbedingungen beträgt der aus einer Unterströmung resultierende maximale Aufstau im HHW-Fall 3,9 cm. Somit ist der Aufstau in diesem Bereich als verträglich einzustufen.

6.6 Teilbereiche in denen der Kabelkanal neben der Tunneldecke liegt (OK Tunneldecke = OK Kabelkanal)

Gemäß der aktuellen Planung kommt der Kabelkanal abschnittsweise neben der Tunneldecke zu liegen. Dabei handelt es sich um die Teilbereiche Block 1-8 und Block 91-100 zu. In diesen Bereichen wird somit nur der Querschnitt geringfügig verbreitert, die Höhe des Gesamtkomplexes (Tunnel + Kabelkanal) wird nicht verändert. Da der Grundwasserfluss bereits durch den Tunnel beeinflusst war, verursacht der Kabelkanal keinen nennenswerten zusätzlichen Aufstau, da das Strömungshindernis dieselbe Höhe wie zuvor aufweist und die Breite relativ zur Länge des Abschnitts vernachlässigbar ist. Somit ist der Aufstau in diesen Bereichen als verträglich einzustufen.

6.7 Teilbereich Querung Bahngleise (Schacht 4.3 bis Schacht 4.5)

Gemäß [U 13] soll im Bereich der Querung der Bahngleise eine Durchpressung auf einer Länge von etwa 30 m mit einem Durchmesser von DN 1500 erfolgen. Die Oberkante der Durchpressung ist derzeit auf einer Höhe von 495,949 m ü. NN und somit 3,5 m bis 3,7 m unter GOK geplant, die Sohle der Start- und der Zielgrube soll auf 494,002 m ü. NN zu liegen kommen. Die Startgrube ist mit einer Fläche von 12 m auf 6 m und die Zielgrube von 6 m auf 3 m geplant.

Da die Durchpressung mind. etwa 10 m entfernt des Allacher Tunnels ausgeführt werden soll, wird dieser Bereich vermutlich nicht durch den Tunnel beeinflusst. Im Bereich der Durchpressung ist eine Unter- sowie eine Umströmung möglich. Ausgehend von einer Mächtigkeit des Aquifers im HHW-Fall (Bemessungswasserstand Endzustand) von 27,5 m und einer Restmächtigkeit des Aquifers unter der Kabeltrasse im Bereich der DB Querung von 24,3 m, beträgt der Aufstau < 1 cm und ist als verträglich einzustufen (siehe Anlage 4.5).

6.8 Kabelhäuser

Die geplanten Kabelhäuser werden gemäß den Planungsunterlagen auf der Tunneldecke gegründet. Die Kabelhäuser 2 und 3 kommen unter dem Bemessungswasserstand im Endzustand zu liegen. Die Unterkante des Kabelhaus 4 liegt aufgrund der Deckenabschrägung bereichsweise bei 495,9 m ü. NN und wird somit vom bauzeitlichen Bemessungswasserstand, sowie vom Bemessungswasserstand im Endzustand beeinflusst.

Für die im HHW-Fall vom Grundwasser beeinflussten Kabelhäuser wurde beispielhaft eine Aufstauberechnung für Kabelhaus 4 (Anlage 4.4) durchgeführt. Da eine Umströmung aufgrund des Tunnels in der unmittelbaren Nähe des Kabelhauses nicht möglich ist, wird lediglich die Unterströmung betrachtet. Der erzeugte Aufstau beträgt 2 cm und ist somit als verträglich einzustufen. Im Gesamtkontext des Projekts ist der durch die Kabelhäuser erzeugte Aufstau vernachlässigbar, da die Unterströmung des Tunnels weiterhin gegeben ist und durch die Kabelhäuser nicht beeinflusst wird. Es ist daher anzunehmen, dass durch die Kabelhäuser kein zusätzlicher Aufstau erzeugt wird.

6.9 Betriebsgebäude

Nördlich des Allacher Tunnels, etwa 25 m südwestlich des bestehenden Betriebsgebäudes, wird ein neues, zusätzliches Betriebsgebäude errichtet. Gemäß den Planungsunterlagen [U 15] besitzt dieses einen quadratischen Grundriss ($L=B=18$ m) und die Unterkante der Bodenplatte kommt bei etwa 11,75 m u. GOK (=ca. 486,7 m ü. NN) zu liegen. Die Baumaßnahme wird somit vom Grundwasser, sowohl während der Bauzeit also auch im Endzustand, beeinflusst. Aufgrund der Baugrubentiefe und der Beeinflussung der Baumaßnahme durch das Grundwasser wird voraussichtlich bauzeitlich ein Verbau notwendig. Da zum momentanen Zeitpunkt noch nicht geklärt ist, welche Verbauvariante angewendet wird, bzw. ob der Verbau rückgebaut werden kann (z.B. Bohrpfahlwand), wird auf der sicheren Seite liegend in der Aufstauberechnung davon ausgegangen, dass eine Unterströmung des Betriebsgebäudes nicht möglich ist. In der Aufstauberechnung wird auf allen Seiten von einem Platzbedarf für den Verbau sowie den Arbeitsraum von 2 m ausgegangen. Unter den angegebenen Rahmenbedingungen beträgt der aus der Umströmung des Bauwerks resultierende maximale Aufstau im HHW-Fall 2,8 cm (siehe Anlage 4.6). Somit ist der Aufstau in diesem Bereich als verträglich einzustufen.

6.10 Havariebecken

Zwischen dem bestehenden und dem neugeplanten Betriebsgebäude ist zusätzlich ein Havariebecken mit einer Länge von $L=11,2$ m und einer Breite von $B=8,8$ m geplant [U 16]. Die Unterkante der Bodenplatte liegt zwischen 18,7 m u. GOK (=479,7 m ü. NN) bzw. und 19,2 m u. GOK (=479,2 m ü. NN). Die Decke des Havariebeckens liegt bei etwa 10 m u. GOK (=488,4 m ü. NN) und lediglich der Pumpenschacht sowie der Einstieg reichen bis an die Oberfläche. Für die hydrologische Betrachtung des Gewerks sind somit nur der Pumpenschacht sowie der Einstieg relevant, da das Havariebecken sowohl im Mittelwasser- als auch im Hochwasserfall überströmt wird und somit keinen Aufstau erzeugt. Da das Havariebecken aus hydrologischer Sicht im abstromigen Bereich des Betriebsgebäudes zu liegen kommt, ist nicht mit

einem zusätzlichen Aufstau zu rechnen und eine nachteilige Beeinflussung des Grundwassers ist nicht zu erwarten.

6.11 Bewertung der Beeinflussung des Grundwasserstroms im HHW-Fall

Der Verträglichkeit des errechneten Aufstaus wird gemäß [U 11] bewertet. Ein Aufstau von < 10 cm ist demnach als verträglich einzustufen und es sind keine weiteren baulichen Maßnahmen zur Reduzierung des Aufstaus nötig. Bei einer Aufstauung von > 10 cm ist eine genauere Berechnung und/oder bauliche Zusatzmaßnahmen nötig.

Tab. 3: Zusammenstellung der ins Grundwasser reichenden Teilbereiche im HHW-Fall, errechneter Aufstau und Bewertung des Aufstaus nach [U 11].

Teilbereich / Gewerk	Abschnitt Tunnel (Block)	Aufstau [cm]	Bewertung
1	Block 11 bis Block 18	5,2	verträglich (<10 cm)
2	Block 20 bis Block 52	2,6	verträglich (<10 cm)
3	Block 66 bis Block 72	3,9	verträglich (<10 cm)
DB Querung	-	< 1	verträglich (<10 cm)
Kabelhäuser	-	2,0	verträglich (<10 cm)
Betriebsgebäude/ Havariebecken	-	2,8	verträglich (<10 cm)

Da in den Berechnungen der Anströmwinkel auf der sicheren Seite gewählt wurde und die einseitige Umströmung in den Teilbereichen nicht in die Rechnung miteinging, ist der tatsächlich zu erwartende Aufstau vermutlich geringer als der anhand dieses konservativen Ansatzes errechnete Aufstau. Die geschwungene Form des Allacher Tunnels und der teils nahezu parallele Verlauf der Tunnelachse zur Fließrichtung reduziert den Aufstau zusätzlich.

Der ermittelte Aufstau der drei Teilbereiche (< 10 cm) sowie der weiteren betrachteten Gewerke ist als verträglich einzustufen. Der Grundwasseraufstau kann aufgrund der Komplexität der Grundwasserbeeinflussung durch den bestehenden Tunnel und die nur schwere Quantifizierung der Umströmung in der empirischen Ermittlung des Aufstaus nur näherungsweise wiedergegeben werden. Um dem Rechnung zu tragen, wurde auf der sicheren Seite liegend lediglich die Unterströmung betrachtet und die Umströmungsmöglichkeit ist in die Berechnungen nicht eingegangen.

Gemäß der Berechnungen ist der Aufstau als verträglich einzustufen. In den Berechnungen wurde der durch das Gesamtsystem Tunnel inklusive Kabelkanal verursachte Aufstau betrachtet. Gemäß der Berechnungen sind keine Wasserhaltungsmaßnahmen notwendig um den auftretenden Aufstau zu reduzieren. Es liegen keine näheren Informationen über bestehende

Wasserhaltungsmaßnahmen vor. Es ist zu prüfen, welche Wasserhaltungsmaßnahmen im Zuge des Baus des bestehenden Tunnels ausgeführt wurden. Sofern der Aufstau aufgrund lokaler Gegebenheiten als unverträglich eingestuft wird, sind die bestehenden Grundwasserüberleitungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung und Kapazität für vorliegendes Bauvorhaben zu prüfen.

Zur Bewertung des Grundwasseraufstaus sind weitere, in den Rechnungen nicht einbezogene Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Im Zuge des Baus des Allacher Tunnels wurden vermutlich Maßnahmen ergriffen um den Grundwasseraufstau zu minimieren (z.B. Düker). Entsprechende Unterlagen liegen uns nicht vor und können somit nicht in die Bewertung einbezogen werden.

Zusätzlich zum errechneten Aufstau ist eine Betrachtung der hydrologischen Gegebenheiten im Projektgebiet notwendig. Der zugrunde gelegte Höchstgrundwasserwert in München (HW1940) wurde in den letzten knapp 80 Jahren nicht mehr erreicht. Die Wahrscheinlichkeit, dass derart hohe Grundwasserstände in der Zukunft im Raum München erneut erreicht werden, wurde anhand regulierender Baumaßnahmen (z.B. Sylvensteinspeicher, Tölzer Stausee) stark reduziert. Seit Inbetriebnahme des Sylvensteinspeichers sanken die Grundwasserstände im Stadtgebiet München. Dementsprechend ist es auch im Hochwasserfall unwahrscheinlich, dass die Wasserstände aus dem Jahr 1940 erneut erreicht werden.

Weiterhin ist neben der Eintrittswahrscheinlichkeit auch die Dauer des Hochwasserstands mit in die Bewertung einzubeziehen. Sofern derart hohe Wasserstände erreicht werden, regulieren sich diese Grundwasserstände üblicherweise innerhalb weniger Tage wieder. Aus unserer Sicht ist der für den HHW-Fall errechnete Aufstau aufgrund der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit und der zeitlich begrenzten Auswirkungen bei vorliegendem Bauvorhaben vertretbar.

Nach unserer Einschätzung ist der ermittelte Aufstau als sehr gering einzustufen und eine nachteilige Beeinflussung der umgebenden Bebauung ist nicht zu erwarten.

7 Schlussfolgerungen zur hydrologischen Situation

An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass die Bewertung der Beeinflussung des Grundwassers durch das Bauvorhaben im Projektgebiet ohne Informationen über bereits bestehende Grundwasserhaltungsmaßnahmen durchgeführt wurde. Die Aufstauberechnungen beziehen sich auf den geplanten Kabelkanal und der Einfluss des bestehenden Allacher Tunnels wurde nicht in die Berechnungen miteinbezogen.

Der Grundwasseraufstau kann aufgrund der Komplexität der Grundwasserbeeinflussung durch den bestehenden Tunnel in der empirischen Ermittlung des Aufstaus nur näherungsweise widergegeben werden.

Bei Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



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



Markus Bauer
Dipl.-Geol. TUM

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

Hydrologischer Bericht

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Geographischer Übersichtslageplan, M = 1 : 50.000
Anlage 2	Detallageplan hinterlegt mit Grundwassergleichenplan (HW1940) + Grundwassergefälle und Grundwasserfließrichtung, Maßstab ca. 1:750
Anlage 3	Hydrologischer Längsschnitt, Maßstab 1 : 250
Anlage 4	Berechnung Grundwasseraufstau HHW-Fall
Anlage 4.1	Berechnung Grundwasseraufstau Teilbereich 1 (Block 11 bis Block 18)
Anlage 4.2	Berechnung Grundwasseraufstau Teilbereich 2 (Block 20 bis Block 52)
Anlage 4.3	Berechnung Grundwasseraufstau Teilbereich 3 (Block 66 bis Block 72)
Anlage 4.4	Berechnung Grundwasseraufstau Kabelhäuser
Anlage 4.5	Berechnung Grundwasseraufstau Querung Bahngleise
Anlage 4.6	Berechnung Grundwasseraufstau Betriebsgebäude

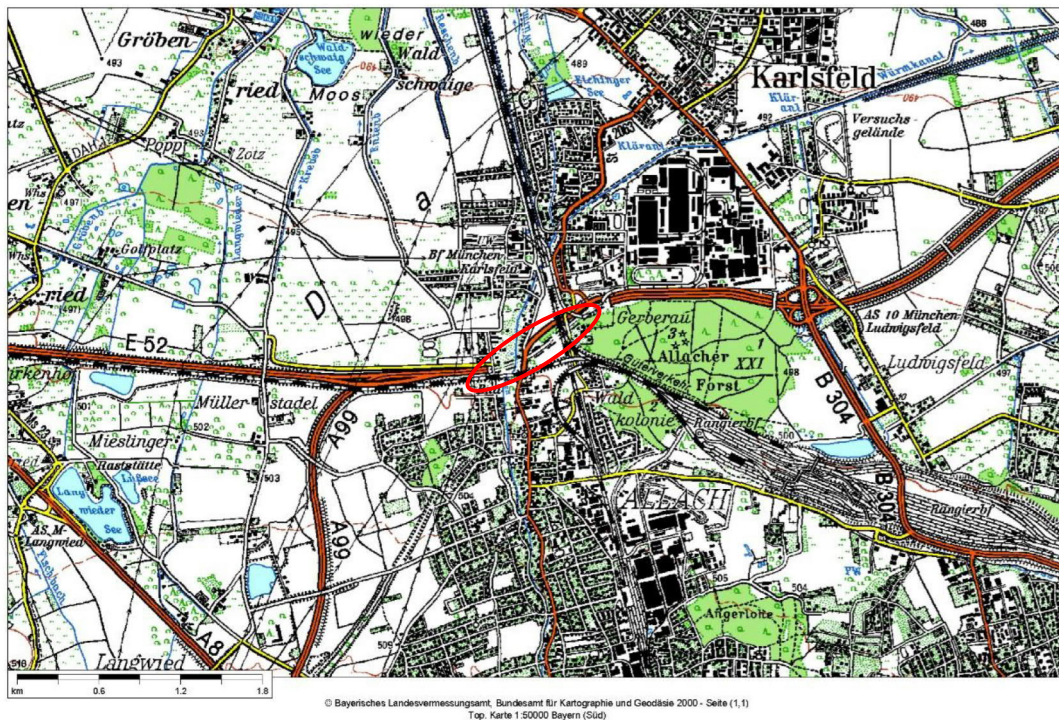
A99; AD Allach – AD Feldmoching Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)

Hydrologischer Bericht

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

Geographischer Übersichtslageplan

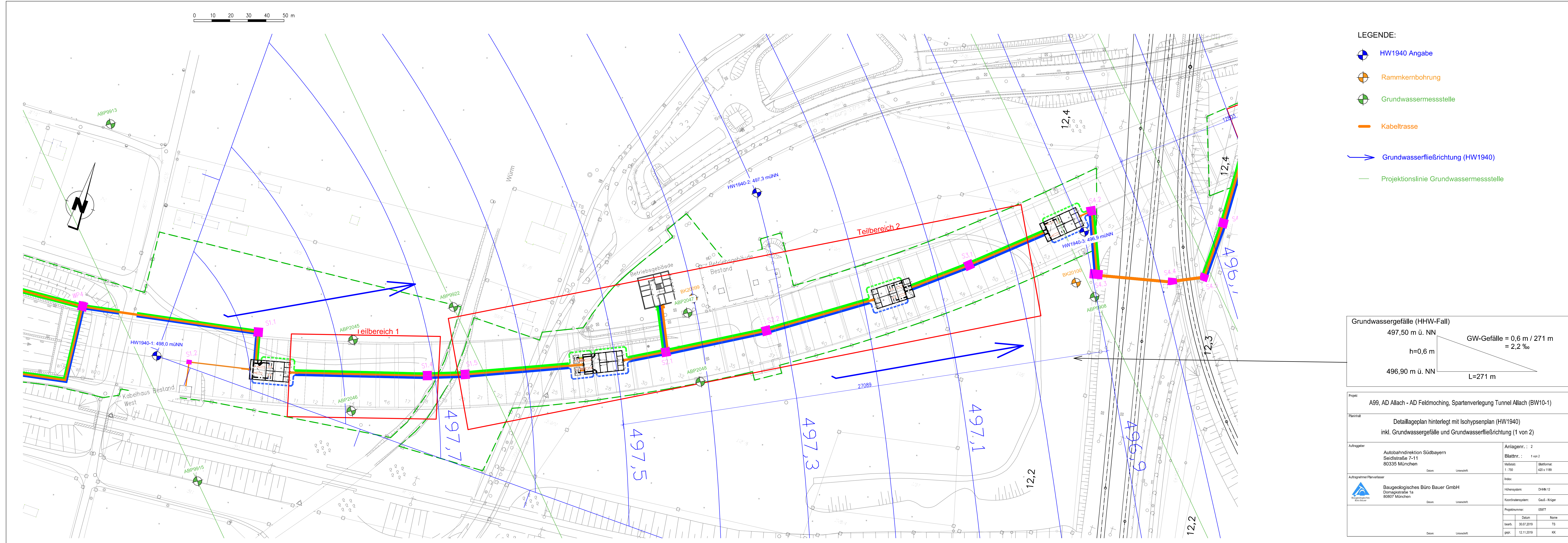
Kartengrundlage: Topo 50 Bayern Süd, Herausgegeben vom bayerischen Landesvermessungsamt,
Maßstab: ca. 1 : 50.000

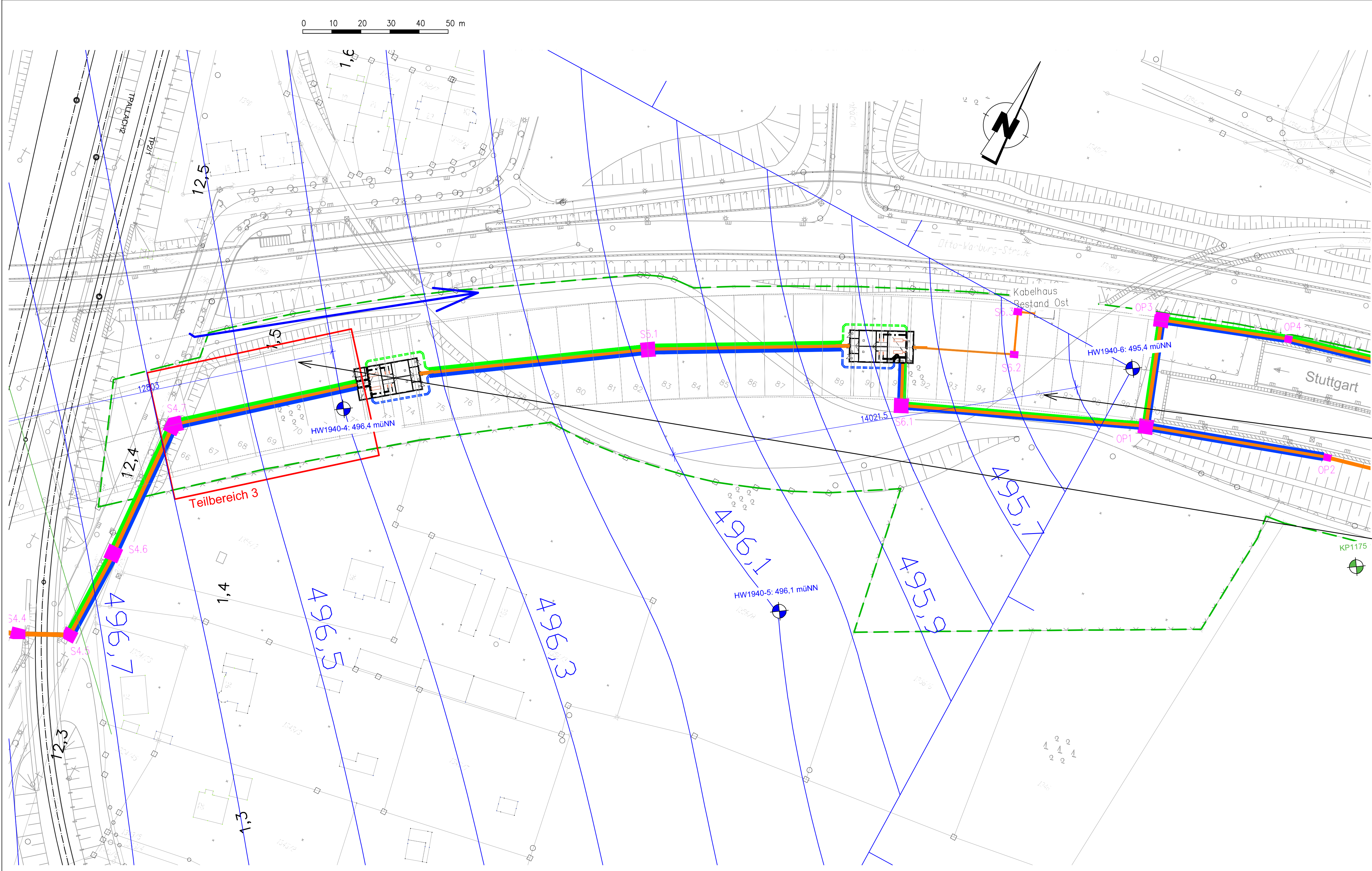


A99; AD Allach – AD Feldmoching Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)

Hydrologischer Bericht

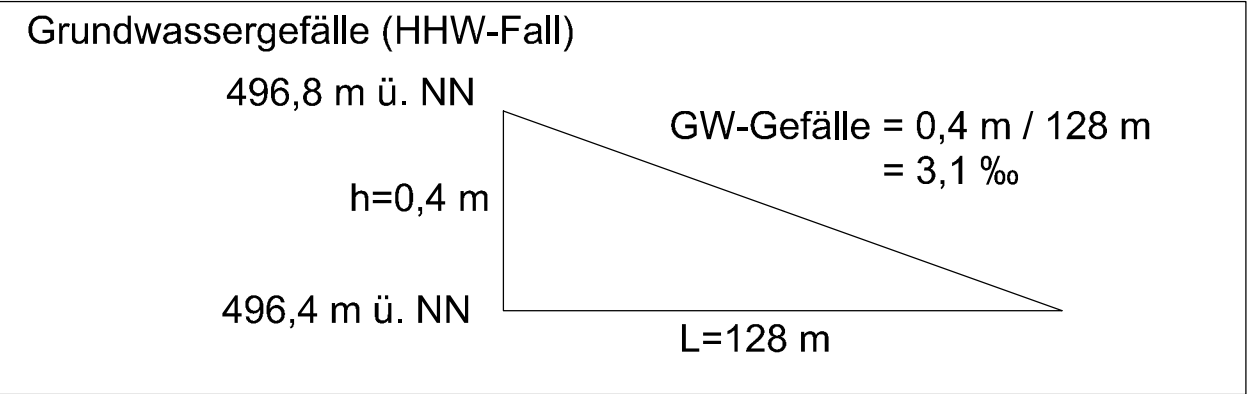
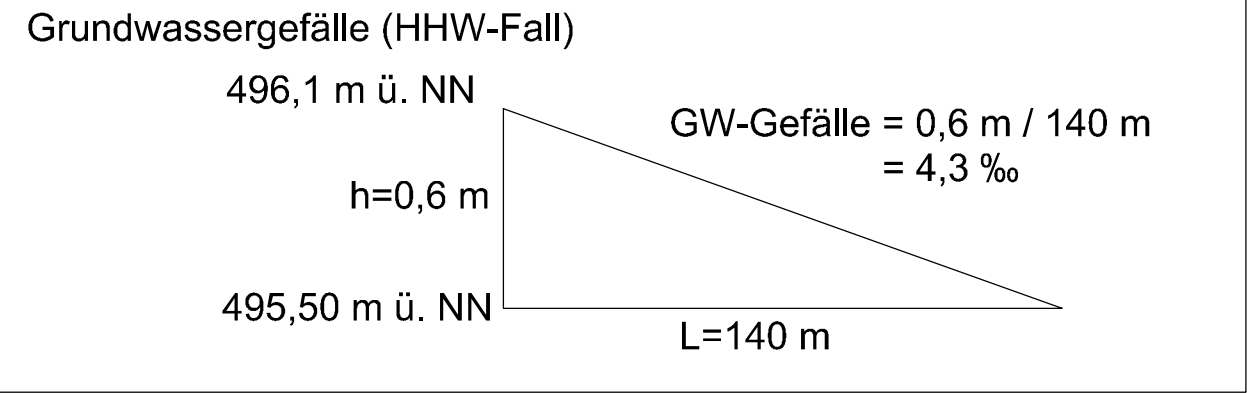
Anlage 2 Detaillageplan hinterlegt mit
Grundwassergleichenplan (HW1940) +
Grundwassergefälle und Grundwasserfließrichtung,
Maßstab ca. 1:750





LEGENDE:

- HW1940 Angabe
- Rammkernbohrung
- Grundwassermessstelle
- Kabeltrasse
- Grundwasserfließrichtung (HW1940)
- Projektionslinie Grundwassermessstelle

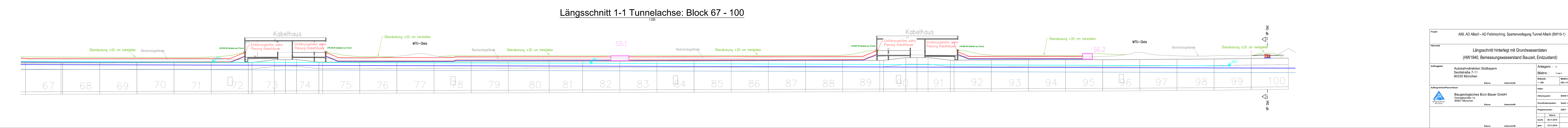
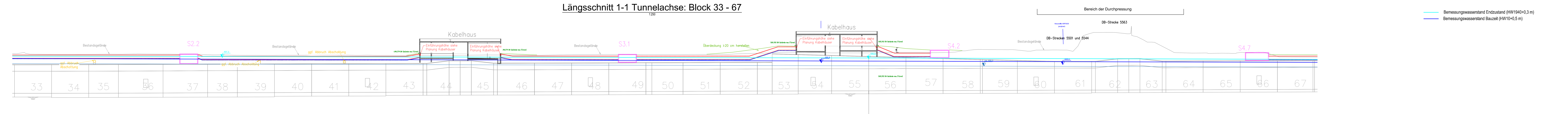
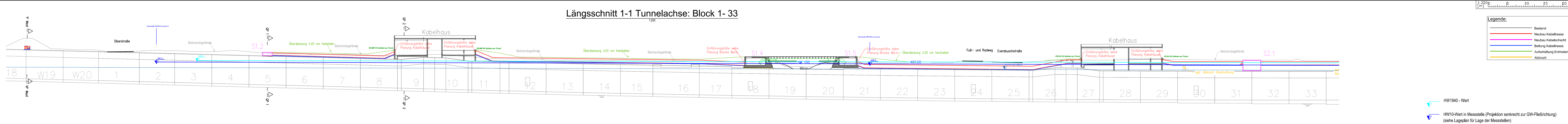


Projekt		A99, AD Allach - AD Feldmoching, Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)	
Planinhalt:		Detaillageplan hinterlegt mit Isohypsenplan (HW1940) inkl. Grundwassergefälle und Grundwasserfließrichtung (2 von 2)	
Auftraggeber	Autobahndirektion Südbayern Seidlstraße 7-11 80335 München	Anlagennr. : 2	
		Blattnr. : 2 von 2	
Auftragnehmer/Planverfasser	Baugeologisches Büro Bauer Domagkstraße 1a 80807 München	Maßstab:	Blattformat:
		1 : 750	420 x 841
Index:	Höhensystem:	DHHN 12	
		Koordinatensystem:	
Projektnummer:	05977	Gauß - Krüger	
		Datum:	
bearb.	30.07.2019	Name	
		TS	
gepr.	12.11.2019	Datum:	
		Unterschrift:	
gepr.	12.11.2019	Datum:	
		Unterschrift:	

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

Hydrologischer Bericht

Anlage 3 Hydrologischer Längsschnitt,
Maßstab 1 : 250



Projekt	A99, AD Allach - AD Feldmoching, Spartenverlegung Tunnel Allach (BW10-1)		
Planinhalt	Längsschnitt hinterlegt mit Grundwasserdaten (HW1940, Bemessungswasserstand Bauzeit, Endzustand)		
Auftraggeber	Autobahndirektion Südbayern Seidstraße 7-11 80335 München	Anlagennr. : 3	
		Blattnr. : 1 von 1	
Auftragnehmer/Planverfasser	Baugewisses Büro Bauer GmbH Domagkstraße 1a 80807 München	Maßstab:	Blattformat:
		1:250	A3 420 x 297
Datum:	Unterschrift:	Höhenknoten: DHH 12	
		Koordinatensystem: Gauß - Krüger	
Datum:	Unterschrift:	Projektnummer: 09977	
		Datum:	Name:
Datum:	Unterschrift:	12.11.2019	TK
		ggf.:	KK

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

Hydrologischer Bericht

Anlage 4 Berechnung Grundwasseraufstau HHW-Fall

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

Hydrologischer Bericht

Anlage 4.1 Berechnung Grundwasseraufstau Teilbereich 1 (Block 11 bis Block 18)

Grundwassergefälle	i	-	0,0025
Auftreffwinkel GW (Grad)	θ	°	70
Auftreffwinkel GW (Bogenmaß)	R	Bogenmaß	1,22173048
halbe Bauwerkslänge	t	m	40
Koordinaten Gebäudemitte	y	m	0

Unterströmung

Mächtigkeit Aquifer	H	m	19,6
Durchlässigkeit, horizontal	k	m/s	1,00E-03
Durchlässigkeit, vertikal	k_0	m/s	1,00E-04
Durchlässigkeit, unter Bauwerk (je nach Aufgabenstellung: Filterkies)	k_B	m/s	1,00E-03
Mächtigkeit des ungestörten Grundwasserstroms unter Bauwerk (oder Filterschicht je nach Aufgabenstellung)	f	m	9,8
Breite Bauwerk	B	m	34,6

$$\Delta h_B = i * \cos(\theta) * \left(\frac{H * k}{f * k_B} - 1 \right) * \frac{B}{2}$$

Δh_B	m	0,01
--------------	---	------

$\Delta h_{unter} = \pm \frac{i * \cos(\theta) * 2 * H * k}{\pi * k_0} * \ln \sin \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_{0,B} + \Delta h_B)} + \Delta h_B$	$+\Delta h_{unt}$	m	-0,02
	$-\Delta h_{unt}$	m	0,052

$$\Delta h_{0,B} = \pm \frac{i * \cos(\theta) * 2 * H * k}{\pi * k_0} * \ln \frac{1 + \cos \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_B)}}{\sin \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_B)}}$$

$+\Delta h_{0,B}$	m	0,09
$-\Delta h_{0,B}$	m	-0,09

Quelle: Schneider, G. (1983): Grundwasseraufstau vor Bauwerken bei gleichzeitiger Unter- und Umströmungsmöglichkeit.– Die Bautechnik, 11/1983, S. 391-394.

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

Hydrologischer Bericht

Anlage 4.2 Berechnung Grundwasseraufstau Teilbereich 2 (Block 20 bis Block 52)

Grundwassergefälle	i	-	0,0025
Auftreffwinkel GW (Grad)	θ	°	75
Auftreffwinkel GW (Bogenmaß)	R	Bogenmaß	1,30899694
halbe Bauwerkslänge	t	m	163
Koordinaten Gebäudemitte	y	m	0

Unterströmung

Mächtigkeit Aquifer	H	m	27,6
Durchlässigkeit, horizontal	k	m/s	1,00E-03
Durchlässigkeit, vertikal	k_0	m/s	1,00E-04
Durchlässigkeit, unter Bauwerk (je nach Aufgabenstellung: Filterkies)	k_B	m/s	1,00E-03
Mächtigkeit des ungestörten Grundwasserstroms unter Bauwerk (oder Filterschicht je nach Aufgabenstellung)	f	m	17,7
Breite Bauwerk	B	m	34,6

$$\Delta h_B = i * \cos(\theta) * \left(\frac{H * k}{f * k_B} - 1 \right) * \frac{B}{2}$$

Δh_B	m	0,01
--------------	---	------

$\Delta h_{unter} = \pm \frac{i * \cos(\theta) * 2 * H * k}{\pi * k_0} * \ln \sin \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_{0,B} + \Delta h_B)} + \Delta h_B$	$+\Delta h_{unt}$	m	-0,01
	$-\Delta h_{unt}$	m	0,026

$$\Delta h_{0,B} = \pm \frac{i * \cos(\theta) * 2 * H * k}{\pi * k_0} * \ln \frac{1 + \cos \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_B)}}{\sin \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_B)}}$$

$+\Delta h_{0,B}$	m	0,07
$-\Delta h_{0,B}$	m	-0,07

Quelle: Schneider, G. (1983): Grundwasseraufstau vor Bauwerken bei gleichzeitiger Unter- und Umströmungsmöglichkeit.– Die Bautechnik, 11/1983, S. 391-394.

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

Hydrologischer Bericht

Anlage 4.3 Berechnung Grundwasseraufstau Teilbereich 3 (Block 66 bis Block 72)

Grundwassergefälle	i	-	0,0035
Auftreffwinkel GW (Grad)	θ	°	70
Auftreffwinkel GW (Bogenmaß)	R	Bogenmaß	1,22173048
halbe Bauwerkslänge	t	m	35
Koordinaten Gebäudemitte	y	m	0

Unterströmung

Mächtigkeit Aquifer	H	m	27,2
Durchlässigkeit, horizontal	k	m/s	1,00E-03
Durchlässigkeit, vertikal	k_0	m/s	1,00E-04
Durchlässigkeit, unter Bauwerk (je nach Aufgabenstellung: Filterkies)	k_B	m/s	1,00E-03
Mächtigkeit des ungestörten Grundwasserstroms unter Bauwerk (oder Filterschicht je nach Aufgabenstellung)	f	m	18,3
Breite Bauwerk	B	m	34,6

$$\Delta h_B = i * \cos(\theta) * \left(\frac{H * k}{f * k_B} - 1 \right) * \frac{B}{2}$$

Δh_B	m	0,01
--------------	---	------

$\Delta h_{unter} = \pm \frac{i * \cos(\theta) * 2 * H * k}{\pi * k_0} * \ln \sin \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_{0,B} + \Delta h_B)} + \Delta h_B$	$+\Delta h_{unt}$	m	-0,02
	$-\Delta h_{unt}$	m	0,039

$$\Delta h_{0,B} = \pm \frac{i * \cos(\theta) * 2 * H * k}{\pi * k_0} * \ln \frac{1 + \cos \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_B)}}{\sin \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_B)}}$$

$+\Delta h_{0,B}$	m	0,11
$-\Delta h_{0,B}$	m	-0,11

Quelle: Schneider, G. (1983): Grundwasseraufstau vor Bauwerken bei gleichzeitiger Unter- und Umströmungsmöglichkeit.– Die Bautechnik, 11/1983, S. 391-394.

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

Hydrologischer Bericht

Anlage 4.4 Berechnung Grundwasseraufstau Kabelhäuser

Umströmung

Grundwassergefälle	i	-	0,0025
Auftreffwinkel GW (Grad)	θ	°	75
Auftreffwinkel GW (Bogenmaß)	R	Bogenmaß	1,30899694
halbe Bauwerkslänge	t	m	11
Koordinaten Gebäudemitte	y	m	0

$$\Delta h_{um} = \pm i * \cos(\theta) * \sqrt{t^2 - y^2}$$

Unterströmung

Mächtigkeit Aquifer	H	m	27,6
Durchlässigkeit, horizontal	k	m/s	1,00E-03
Durchlässigkeit, vertikal	k_0	m/s	1,00E-04
Durchlässigkeit, unter Bauwerk (je nach Aufgabenstellung: Filterkies)	k_B	m/s	1,00E-03
Mächtigkeit des ungestörten Grundwasserstroms unter Bauwerk (oder Filterschicht je nach Aufgabenstellung)	f	m	17,7
Breite Bauwerk	B	m	11

$$\Delta h_B = i * \cos(\theta) * \left(\frac{H * k}{f * k_B} - 1 \right) * \frac{B}{2}$$

Δh_B	m	0,00
--------------	---	------

$\Delta h_{unter} = \pm \frac{i * \cos(\theta) * 2 * H * k}{\pi * k_0} * \ln \sin \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_{0,B} + \Delta h_B)} + \Delta h_B$	$+\Delta h_{unt}$	m	-0,02
	$-\Delta h_{unt}$	m	0,021

$\Delta h_{0,B} = \pm \frac{i * \cos(\theta) * 2 * H * k}{\pi * k_0} * \ln \frac{1 + \cos \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_B)}}{\sin \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_B)}}$	$+\Delta h_{0,B}$	m	0,07
	$-\Delta h_{0,B}$	m	-0,07

Quelle: Schneider, G. (1983): Grundwasseraufstau vor Bauwerken bei gleichzeitiger Unter- und Umströmungsmöglichkeit.– Die Bautechnik, 11/1983, S. 391-394.

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

Hydrologischer Bericht

Anlage 4.5 Berechnung Grundwasseraufstau Querung Bahngleise

Umströmung

Grundwassergefälle	i	-	0,0035
Auftreffwinkel GW (Grad)	θ	°	70
Auftreffwinkel GW (Bogenmaß)	R	Bogenmaß	1,22173048
halbe Bauwerkslänge	t	m	15
Koordinaten Gebäudemitte	y	m	0

$$\Delta h_{um} = \pm i * \cos(\theta) * \sqrt{t^2 - y^2}$$

$+\Delta h_{um}$	m	0,02
$-\Delta h_{um}$	m	-0,02

Unterströmung

Mächtigkeit Aquifer	H	m	27,5
Durchlässigkeit, horizontal	k	m/s	1,00E-03
Durchlässigkeit, vertikal	k_0	m/s	1,00E-04
Durchlässigkeit, unter Bauwerk (je nach Aufgabenstellung: Filterkies)	k_B	m/s	1,00E-03
Mächtigkeit des ungestörten Grundwasserstroms unter Bauwerk (oder Filterschicht je nach Aufgabenstellung)	f	m	24,3
Breite Bauwerk	B	m	6

$$\Delta h_B = i * \cos(\theta) * \left(\frac{H * k}{f * k_B} - 1 \right) * \frac{B}{2}$$

Δh_B	m	0,00
--------------	---	------

$$\Delta h_{unter} = \pm \frac{i * \cos(\theta) * 2 * H * k}{\pi * k_0} * \ln \sin \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_{0,B} + \Delta h_B)} + \Delta h_B$$

$+\Delta h_{unt}$	m	-0,003
$-\Delta h_{unt}$	m	0,004

$$\Delta h_{0,B} = \pm \frac{i * \cos(\theta) * 2 * H * k}{\pi * k_0} * \ln \frac{1 + \cos \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_B)}}{\sin \frac{\pi * f}{2(H + \Delta h_B)}}$$

$+\Delta h_{0,B}$	m	0,04
$-\Delta h_{0,B}$	m	-0,04

Aufstau gesamt (h)

$$\Delta h = \frac{1}{\frac{1}{\Delta h_{um}} + \frac{1}{\Delta h_{unter}}}$$

h	m	0,00332
---	---	---------

Quelle: Schneider, G. (1983): Grundwasseraufstau vor Bauwerken bei gleichzeitiger Unter- und Umströmungsmöglichkeit.– Die Bautechnik, 11/1983, S. 391-394.

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

Hydrologischer Bericht

Anlage 4.6 Berechnung Grundwasseraufstau Betriebsgebäude

Umströmung

Grundwassergefälle	i	-	0,0025
Auftreffwinkel GW (Grad)	θ	°	0
Auftreffwinkel GW (Bogenmaß)	R	Bogenmaß	0
halbe Bauwerkslänge	t	m	11
Koordinaten Gebäudemitte	y	m	0

$$\Delta h_{um} = \pm i * \cos(\theta) * \sqrt{t^2 - y^2}$$

$+\Delta h_{um}$	m	0,028
$-\Delta h_{um}$	m	-0,03

Quelle: Schneider, G. (1981): Berechnung der Beeinflussung des Grundwasserstroms durch Baumaßnahmen.– Die Bautechnik, 02/1981, S. 67-69.