Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg	Regierungspräsidium Tübingen
Bundestraße B 27 von NK 7520 060 n NK 7420 003 Stat. 048 bis NK 7420 003 n NK 7420 062 Stat. 0 696	
B 27 Tübingen (Bläsibad) – B 28, Schindhaubasistunnel	
PROJIS-Nr.: 08 91 8082 00	

Feststellungsentwurf

UNTERLAGE 20.2

Hydrogeologisches Gutachten

Aufgestellt: Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 - Mobilität, Verkehr, Straßen Ref. 44 - Planung Tübingen, den 28.06.2024	

LGA Bautechnik GmbH
Grundbauinstitut

GUTACHTEN

Nr. 20G00185/2 **Datum: 28.02.2023**

Auftraggeber:	Regierungspräsidium Tübingen Referat 42 Konrad-Adenauer-Str. 20 72072 Tübingen
Projekt:	B 27 Tübingen (Bläsibad) - B28, Schindhaubasistunnel
Auftrag vom:	15.05.2020
Inhalt des Auftrages:	Hydrogeologisches Gutachten
Bearbeiter / Sachverständiger:	Dr. Ulrich Henken-Mellies
Telefon Nr.:	+49 911 81771 418
Telefax Nr.:	+49 911 81771 439
E-Mail:	wolf-ulrich.henken-mellies@lga.de

Dieses Gutachten umfasst 83 Textseiten und 5 Anlagengruppen.

Dieses Gutachten darf nur im vollen Wortlaut veröffentlicht werden.

Jede Veröffentlichung in Kürzung oder Auszug bedarf der vorherigen Genehmigung durch die LGA Bautechnik GmbH.

Für die Auftragsabwicklung haben wir wesentliche Daten und Ihre Anschrift gespeichert. Der Datenschutz ist gewährleistet.

LGA Bautechnik GmbH
Grundbauinstitut
Tillystraße 2
90431 Nürnberg

Tel +49 911 81771-401
Fax +49 911 81771-439
Mail grundbauinstitut@lga.de

Geschäftsführung
Hans-Peter Trinkl

Nürnberg HRB 20586

Ein Unternehmen der LGA Landesgewerbeanstalt Bayern KdöR

Web www.lga.de

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung 5
1.1 Veranlassung 5
1.2 Aufgabenstellung 5
1.3 Unterlagen 6
2 Beschreibung des Untersuchungsgebietes 7
2.1 Allgemeines 7
2.2 Morphologie und Nutzung 7
2.3 Geologischer Überblick 8
2.4 Hydrogeologischer Überblick 10
2.5 Oberflächengewässer 12
2.6 Kurzbeschreibung des Tunnelbauwerks 14
3 Feldarbeiten 15
3.1 Untersuchungsprogramm und Erkundungsstrategie 15
3.2 Bohrungen und Grundwassermessstellen 15
3.3 Bohrlochversuche 17
3.4 Pumpversuche 17
3.5 Grundwasserstandsmessungen 18
3.6 Geländebegehungen und Beurteilung von Oberflächengewässern 18
4 Geologische Untersuchungsergebnisse 18
5 Hydrogeologische Untersuchungsergebnisse 19
5.1 Ergebnisse der Bohrlochversuche 19
5.2 Ergebnisse der Pumptests 21
5.3 Durchführung und Ergebnisse der Pumpversuche 23
5.3.1 Vorbemerkungen 23
5.3.2 Pumpversuch im Bereich Blaulachtal 23
5.3.3 Pumpversuch im Bereich des Nordportals 26
5.4 Grundwasserstands-Stichtagsmessungen 29
5.5 Oberflächengewässer: Ergebnisse der Ortseinsichtnahmen 30
6 Grundwasserverhältnisse im Bereich des Schindhaubasistunnels 34
6.1 Hydrogeologische Einheiten 34

6.2 Grundwasserverhältnisse entlang der Tunneltrasse / Grundwasserstockwerke ... 38
6.2.1 Grundwasserverhältnisse am Südportal ... 38
6.2.2 Grundwasserverhältnisse im Bereich des Baches am Hühneracker Kapf ... 40
6.2.3 Grundwasserverhältnisse im mittleren Tunnelabschnitt ... 44
6.2.4 Grundwasserverhältnisse im Bereich des Blaulachtales ... 47
6.2.5 Grundwasserverhältnisse im Bereich des Nordportals ... 50
6.3 Grundwasserbeschaffenheit ... 54
6.4 Grundwasserstockwerke und Grundwasser-Strömungsverhältnisse ... 57
6.4.1 Grundwasserstockwerke ... 57
6.4.2 Grundwasser-Fließrichtungen ... 58
6.4.3 Interaktion zwischen den Grundwasserleitern ... 63
6.4.4 Grundwasserneubildung; Grundwasserumsatz ... 63
6.5 Wasserschutzgebiete ... 64
7 Tunnelbau und Grundwasser ... 66
7.1 Südportal und offene Bauweise Süd ... 66
7.2 Bergmännische Bauweise ... 67
7.3 Nordportal und offene Bauweise Nord ... 71
7.4 Wasserrechtliche Antragsgegenstände ... 72
8 Bewertung von hydrologischen Auswirkungen des Tunnelbauwerks ... 73
8.1 Bauzeitliche Auswirkungen ... 73
8.1.1 Auswirkungen des Tunnelbaus auf die Grundwasserverhältnisse ... 73
8.1.2 Auswirkungen des Tunnelbaus auf Bebauung ... 74
8.1.3 Auswirkungen des Tunnelbaus auf Landwirtschaft ... 75
8.1.4 Auswirkungen des Tunnelbaus auf Biotope ... 75
8.2 Bewertung der dauerhaften Auswirkungen des Tunnelbauwerks ... 77
8.2.1 Sicherstellung der Umläufigkeit des Tunnelbauwerks ... 77
8.2.2 Vermeidung einer Längsentwässerung des GW-Leiters durch das Tunnelbauwerk ... 77
8.3 Beurteilung der Auswirkungen auf die Wasserschutzgebiete ... 77
8.4 Beurteilung der Auswirkungen auf Oberflächengewässer ... 79
8.4.1 Fließgewässer ... 79
8.4.2 Stehende Gewässer ... 80

8.5 Vorschläge für ein Grundwasser-Monitoring-Programm 81
9 Schlussbemerkungen 82

Anlagenverzeichnis 83

1 Einführung

1.1 Veranlassung

Im Zuge des 4-streifigen Ausbaus der B27 wird vom Regierungspräsidium Tübingen eine östliche Umgehung von Tübingen geplant. Zwischen dem Bereich Bläsibad im Süden und dem Tübinger Kreuz (B27 / B28) im Norden ist hierfür als zentrales Bauwerk der ca. 2,3 km lange Schindhaubasistunnel geplant, der den Höhenrücken des Schindhau unterfährt.

Die LGA Bautechnik GmbH wurde mit Datum vom 15.05.2020 durch das Regierungspräsidium Tübingen mit der Erstellung eines Hydrogeologischen Gutachtens für den Schindhaubasistunnel beauftragt.

1.2 Aufgabenstellung

Das hydrogeologische Gutachten soll gemäß Leistungsbeschreibung folgenden Inhalt umfassen:

- Untersuchung und Bewertung der Grundwasserverhältnisse (insb. Grundwasserströmungsverhältnisse, Identifizierung der maßgeblichen Grundwasserleiter, Quantifizierung des Grundwasserumsatzes, Interaktion zwischen Grundwasserstockwerken, Grundwasserbeschaffenheit),
- Bewertung der Auswirkung des Tunnelvortriebs sowie ggf. notwendiger bauzeitlicher Wasserhaltungsmaßnahmen auf die Grundwasserverhältnisse, insbesondere auf den oberflächennahen Grundwasserleiter, hinsichtlich möglicher Auswirkungen auf Bebauung (Setzungen), Landwirtschaft, Wasserschutzgebiete, Biotope und die Oberflächengewässer im Untersuchungsgebiet. Im Gutachten muss auch eine Aussage dazu getroffen werden, wie lange und in welchem Umfang eventuelle Auswirkungen der Baumaßnahme auf die Grundwasserverhältnisse nach Ende des Baubetriebs nachwirken bzw. bis wann die Ausgangsverhältnisse wieder erreicht sein werden,
- Bewertung der dauerhaften Auswirkung des Tunnelbauwerks mit geschlossener, druckwasserhaltender Tunnelhülle auf die Grundwasserverhältnisse.
- Bewertung der bauzeitlichen sowie dauerhaften Auswirkung des Tunnelbauwerks mit geschlossener, druckwasserhaltender Tunnelhülle auf die Wasserschutzgebiet Aubrunnen und Unteres Neckartal,
- Vorgaben zur Sicherstellung der Umläufigkeit des Tunnelbauwerks,

- Vorgaben zur Vermeidung einer Längsentwässerung des GW-Leiters durch das Tunnelbauwerk.
- Für die naturschutz-/wasserrechtliche Genehmigung ist im Gutachten eine Aussage dazu erforderlich, ob bauzeitliche Auswirkungen auf die Oberflächengewässer (Bach am Hühneracker Kapf und Blaulach) sowie das Quellgebiet und den künstlich angelegten See im Osten des Landkutschers Kapf zu erwarten sind.

1.3 Unterlagen

Planunterlagen:

- [1] Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg: B 27 Tübingen (Bläsibad) – B 28; Schindhaubasistunnel: RE-Vorentwurf, Teil A – Unterlage 1: Erläuterungsbericht und UVP-Bericht. aufgestellt: Tübingen, den 01.07.2019
- [2] Bauwerksvorentwurf; BUNG Ingenieure AG, Lageplan und Längsprofile; Stand: 01/2019 bis 06/2019.

Unterlagen zu Boden- und Wasserverhältnissen:

- [3] Geologische Karte 1 : 25.000 von Baden-Württemberg, Blatt 7420 Tübingen und Blatt 7520 Mössingen, jeweils mit Erläuterungen
- [4] Daten- und Kartendienst der LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg): Online-Karten zu Boden, Geologie und Wasser.
- [5] Internetportal des LGRB – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Baden-Württemberg.

Sonstige Unterlagen:

- [6] Ingenieurbüro Prof. Dr.-Ing. Wittke: Baugrund- und tunnelbautechnisches Gutachten Langer Schindhaubasistunnel; November 2006.
- [7] Ufrecht, W. (2017): zur Hydrogeologie veränderlich fester Gesteine mit Sulfatgestein, Beispiel Gipskeuper (Trias, Grabfeld-Formation). – in: Grundwasser, Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie, 22:197 – 208.

2 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

2.1 Allgemeines

Das Südportal des geplanten Tunnels mit den entsprechenden Anschlussbauwerken und der Anbindung an die bestehende B27 befindet sich im Steinlachtal am Südrand des Stadtgebietes von Tübingen im Bereich Bläsibad. Der Schindhaubasistunnel unterquert auf einer Länge von ca. 2,3 km den Höhenrücken des Schindhau in nordöstlicher Richtung. Das Nordportal liegt am Südostrand von Tübingen, östlich des französischen Viertels.

2.2 Morphologie und Nutzung

Das Untersuchungsgebiet wird morphologisch geprägt vom annähernd in West-Ost-Richtung verlaufenden Neckartal, dem von Süden einmündenden Steinlachtal und den umgebenden Keuper-Höhenrücken. Das Neckartal liegt auf einer Höhenkote von ca. 315 m NHN, das Steinlachtal im Bereich des geplanten Südportals auf ca. 345 m NHN. Die vom Tunnel zu unterquerenden Höhenrücken erreichen Höhen von ca. 400 m NHN.

Die Höhenrücken sind bewaldet und werden von mehreren tief einschneidenden kleinen Bächen gegliedert. Östlich grenzt die annähernd ebene, leicht nach Osten geneigte Lias-Hochfläche von Wankheim an, die überwiegend landwirtschaftlich genutzt wird.

Die Tunneltrasse verläuft ausschließlich unter bewaldetem Gebiet. Die einzige Bebauung befindet sich im Bereich der ehemaligen Schießanlage, die aktuell als Naturstein-Park genutzt wird. Die Bebauung im Französischen Viertel grenzt in mehr als 50 m Entfernung an das Nordportal an.

Im Neckartal befinden sich die Wasserschutzgebiete „Brunnen Au“ und „Unteres Neckartal“. Die Schutzzonen der beiden Wasserschutzgebiete grenzen nördlich an die bestehende B 28 an (WSG Aubrunnen: Zone II; WSG Unteres Neckartal: Zone III). Die geplante Anbindung des Tunnels an die B27 und B28 (Tübinger Kreuz) liegt zum Teil in diesen Wasserschutzgebieten.

2.3 Geologischer Überblick

Abbildung 2-1 zeigt als Überblick über die geologischen Verhältnisse einen Ausschnitt aus der Geologischen Karte von Baden-Württemberg. Im Bereich der Tunneltrasse stehen Gesteine des Keuper an (Grabfeld-Formation bis Trossingen-Formation). Im Neckartal und Steinlachtal sind Quartäre Talfüllungen auskartiert.

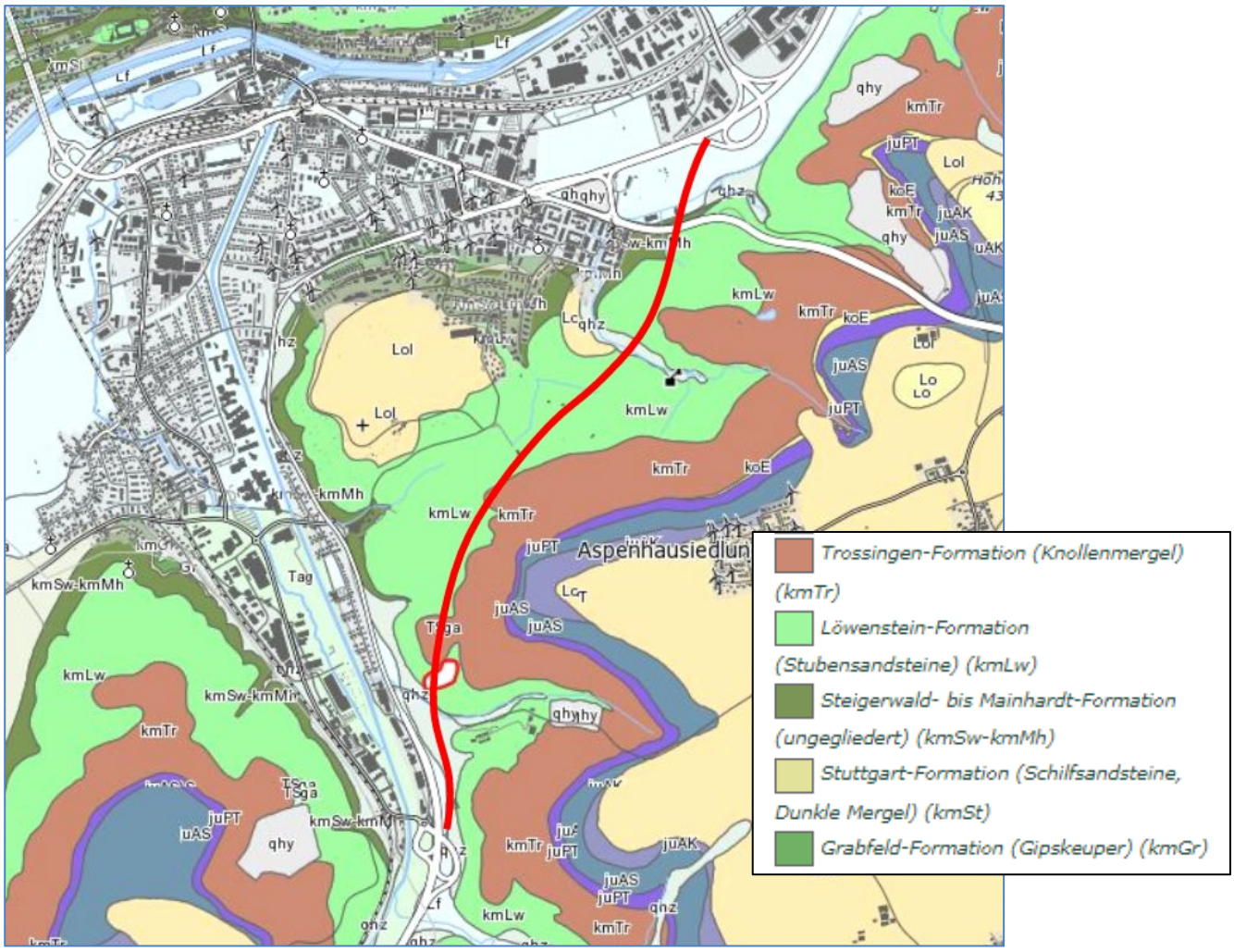


Abbildung 2-1: Übersichtslageplan Geologie (Quelle: LGRB-Kartenviewer). Rote Linie: ca.-Lage der geplanten Trasse der B27.

Die geologischen Einheiten (= „Formationen“) lassen sich vom Liegenden zum Hangenden folgendermaßen charakterisieren:

- Die **Grabfeld-Formation (frühere Bezeichnung: Gipskeuper)** ist die älteste der hier relevanten Gesteinseinheiten. Sie ist geprägt durch eine Wechselfolge von Sulfatgestein (Gips bzw. Anhydrit), Tonsteinen und Dolomit. In Oberflächennähe ist das Sulfatgestein häufig ausgelaugt.
- Die **Stuttgart-Formation** umfasst die Gesteinsschichten, die früher als **Schilfsandstein** und **Dunkle Mergel** bezeichnet wurden. Es handelt sich um dunkel gefärbte Ton-, Schluff- und Mergelsteine mit zwischengelagerten Feinsandstein-Schüttungskörpern.
- Die drei nächsten Formationen wurden früher unter der Bezeichnung „Bunte Mergel“ zusammengefasst und kartiert. Es handelt sich um folgende Formationen:
    - **Steigerwald-Formation** (**frühere Bezeichnung: Untere Bunte Mergel**): Überwiegend rote Ton-/Schluffsteine, teilweise mit Dolomit- und Gipslagen.
    - **Hassberge-Formation (frühere Bezeichnung: Kieselsandstein**): Überwiegend feinkörniger Sandstein von heller Farbe, der die darüber und darunter liegenden bunten Mergel untergliedert.
    - **Mainhardt-Formation (frühere Bezeichnung: Obere Bunte Mergel):** Tonsteine von unterschiedlicher Färbung (grau, grün, violett) sowie teilweise Dolomitbänke.
- **Löwenstein-Formation (frühere Bezeichnung: Stubensandstein):** Prägend für diese Formation sind dicke Bänke von hellem, fein- bis grobkörnigem Sandstein. Diese treten in Wechsellagerung mit roten Tonsteinen auf.
- **Trossingen-Formation (frühere Bezeichnung: Knollenmergel):** Rote Ton- und Schluffsteine, die bei Wasserzutritt stark rutschgefährdet sind.

Über der hier beschriebenen Schichtenfolge beginnen die Gesteine des Lias (Schwarzer Jura), die aus einer Abfolge von Sandsteinen, Tonsteinen und Kalken bestehen. Diese Gesteine liegen außerhalb des für die Tunneltrasse relevanten Bereiches.

In den Tälern sind unterschiedliche Quartäre Bildungen anzutreffen, vor allem Fluss-Sande und –Schotter sowie Schwemmlehm.

2.4 Hydrogeologischer Überblick

Die beschriebenen Gesteinsschichten bestehen aus einer Wechselfolge von Grundwasserleitern (vor allem Sandsteine; z.T. ausgelaugtes Sulfatgestein) und Grundwassergeringleitern (Tonsteine, Schluffsteine, Mergel).

Als Grundwasserleiter sind im Grundsatz die folgenden Gesteinseinheiten anzusprechen:

- Quartär-Sande und Schotter,
- Sandstein-Schichten der Löwenstein-Formation (= Stubensandstein im engeren Sinne),
- Sandstein-Schichten der Hassberge-Formation (= Kieselsandstein),
- Sandstein-Schichten der Stuttgart-Formation (= Schilfsandstein),
- Ausgelaugte Zonen der Grabfeld-Formation.

Die Durchlässigkeit der Sandsteinschichten ist abhängig von der Klüftigkeit und der Kornbindung.

Wesentliche Anteile der Schichtenfolge sind als Grundwasser-Geringleiter bzw. Grundwasserstauer anzusprechen:

- Lehmige Quartär-Bildungen (Hanglehm; Auelehm),
- Trossingen-Formation (= Knollenmergel),
- Tonstein-Schichten innerhalb der Löwenstein-Formation,
- Mainhardt-Formation (= Obere Bunte Mergel),
- Steigerwald-Formation (= Untere Bunte Mergel / Rote Wand),
- Tonstein-Schichten innerhalb der Stuttgart-Formation (= Dunkle Mergel),
- Tonstein-Schichten innerhalb der Grabfeld-Formation

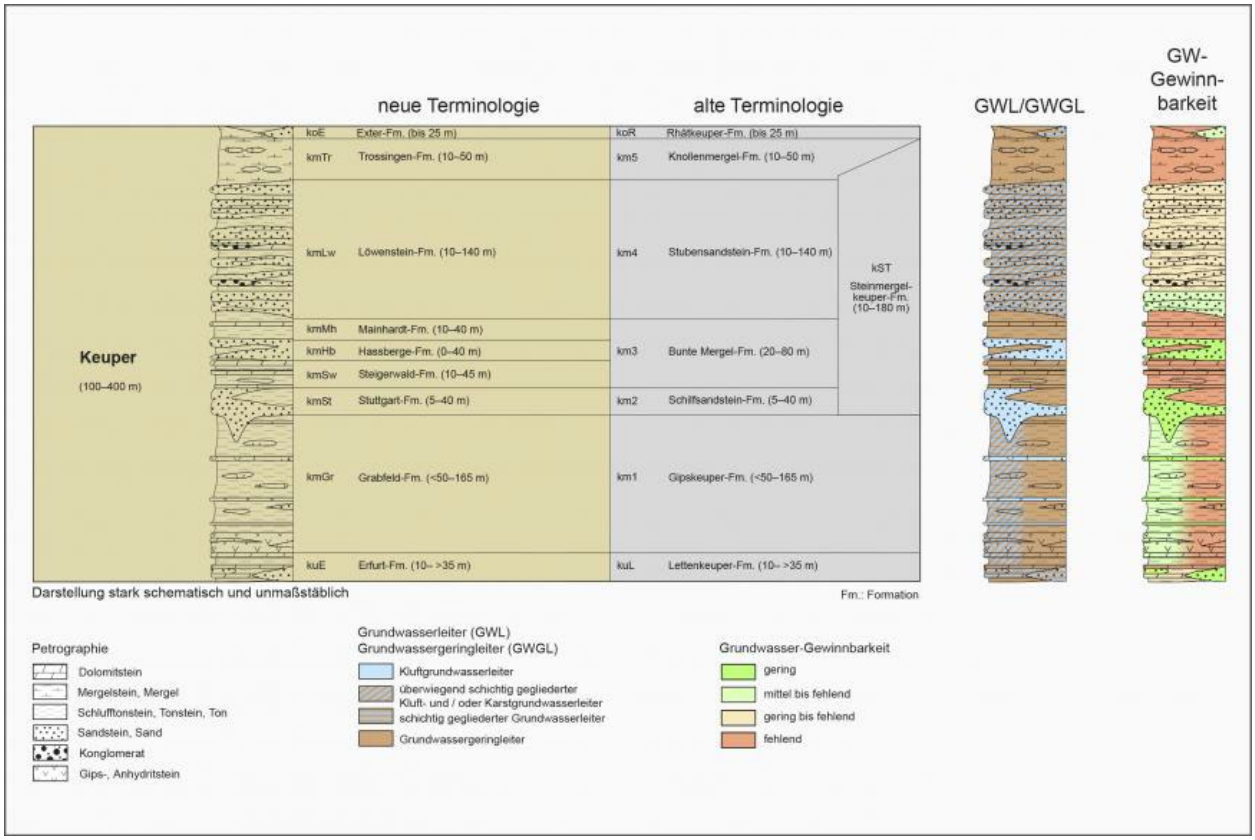


Abbildung 2-2: Kurz-Überblick der Keuper-Stratigraphie mit Charakterisierung der Grundwasserleiter-Eigenschaften (Abbildung aus: „lgrbwissen.lgrb-bw.de/Hydrogeologie).

Grundwassernutzungen liegen im Nahbereich des Tunnels nicht vor. Die Trinkwassergewinnungen im Neckartal, die das ergiebige, flussbegleitende Quartär-Grundwasser erschließen, befinden sich außerhalb des Einflussbereiches des Tunnelbauwerks, jedoch im Bereich der Nordanbindung „Tübinger Kreuz“ B27/B28.

2.5 Oberflächengewässer

Der Höhenrücken des Schindhau wird von mehreren kleinen Tälern gegliedert, in denen Bäche mit wechselnder Wasserführung anzutreffen sind (siehe **Abbildung 2-3**).

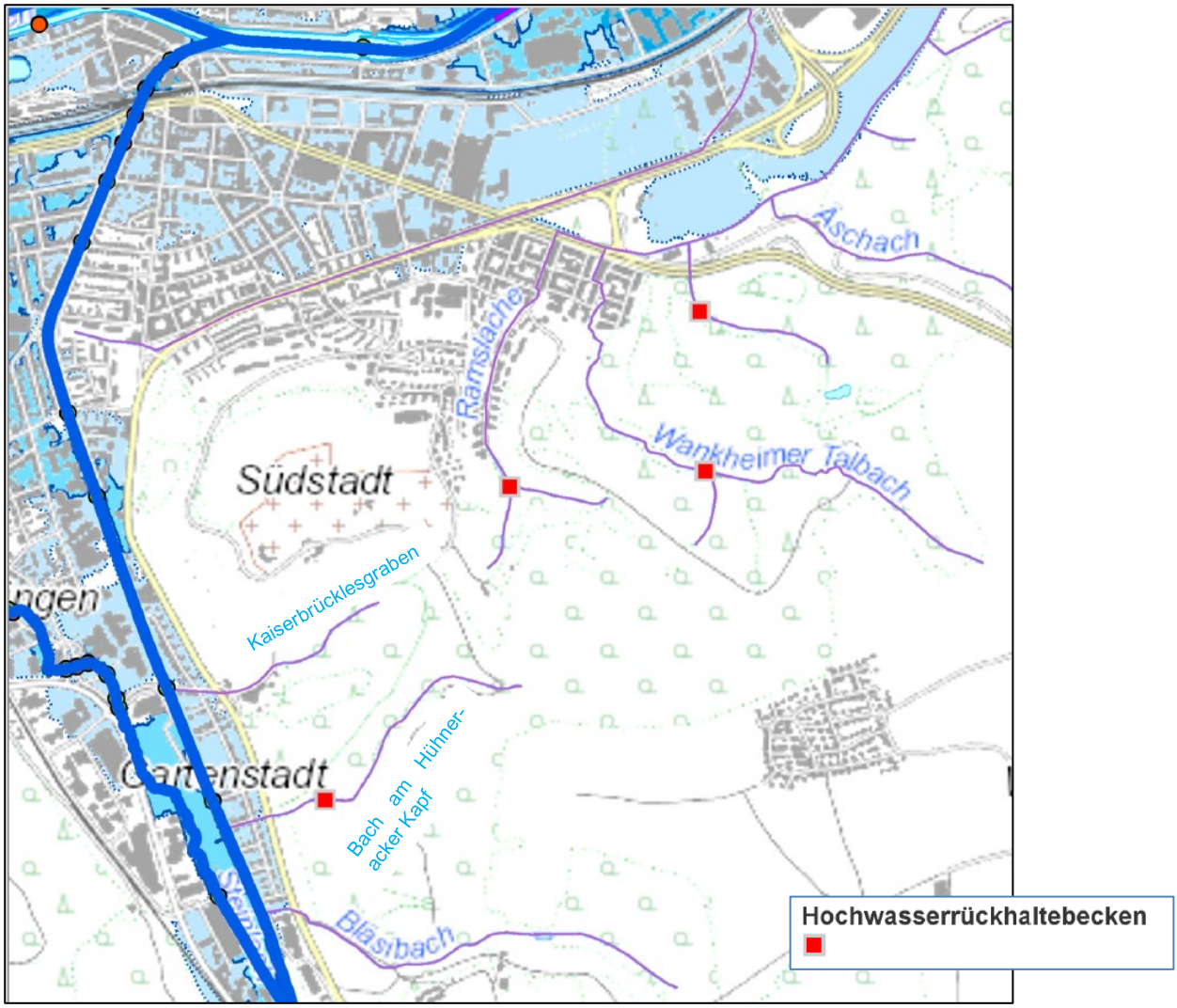


Abbildung 2-3: Übersichtskarte der Fließgewässer (mit Überschwemmungsgebieten) im Umfeld des geplanten Schindhaubasistunnels (Quelle: LUBW).

Im südlichen Bereich entwässern drei Bäche nach Westen zur Steinlach:

- Der Bläsibach verläuft südlich des Tunnel-Südportals. Er führt nur zeitweise Wasser und ist im Herbst 2020 trocken.

- Ca. 500 m nördlich davon befindet sich der Bach am Hühneracker Kapf. Im Unterlauf, dicht vor der Querung der bestehenden B27 ist an diesem Bach ein Hochwasserrückhaltebecken vorhanden.
- Weiter nördlich verläuft parallel zum Kelterweg ein weiterer kleiner Bach, der Kaisersbrücklesgraben.

In der nördlichen Hälfte des Untersuchungsgebietes entwässern mehrere Bäche in nördliche Richtung zum Neckar hin:

- Die Ramslache speist sich aus zwei kleinen Bächen am Nordrand des Naturstein-Parks. Dicht abstromig des Zusammenflusses befindet sich ein Hochwasserrückhaltebecken. Anschließend verläuft der Bach überwiegend verdolt parallel zur Straße „Wennfelder Garten“ in nördliche Richtung.
- Die Blaulach oder Wankheimer Talbach verläuft zwischen dem Schindhau-Höhenrücken und dem Landkutschers Kapf zunächst in westliche Richtung. Im mittleren Abschnitt ist ein Hochwasserrückhaltebecken vorhanden. Im Unterlauf biegt dieser Bach in nördliche Richtung um und fließt zunächst offen, anschließend verdolt durch das Französische Viertel.
- Ein weiterer kleiner Bach verläuft am nördlichen Fuß des Landkutschers Kapf in nordwestliche Richtung. Im mittleren Abschnitt ist hier ebenfalls ein Hochwasserrückhaltebecken vorhanden. Der Bach wird ca. 50 m östlich des geplanten Tunnel-Nordportals verrohrt unter der bestehenden B28 hindurchgeführt.

Im Osten des Landkutschers Kapf, ca. 500 m östlich der Tunneltrasse, befindet sich ein kleiner künstlich angelegter See. Das flache Tal im Oberlauf des letztgenannten Bachs wird von einem kleinen Erddamm gequert, so dass das Wasser dahinter gestaut wird.

2.6 Kurzbeschreibung des Tunnelbauwerks

Alle Angaben zum Tunnelbauwerk in diesem Gutachten beziehen sich auf den Planungsstand des Bauwerksvorentwurfs [Unterlage 1 und 2].

Der Bauwerksentwurf sieht vor, dass im Schindhaubasistunnel die beiden 2-streifigen Richtungsfahrbahnen in zwei separaten Tunnelröhren geführt werden. Die Weströhre (Fahrtrichtung Hechingen) hat eine geplante Gesamtlänge von 2.284 m, die Oströhre (Fahrtrichtung Stuttgart) eine Länge von 2.294 m. Die Fahrbahnbreite je Tunnelröhre beträgt 7,50 m; daneben sind beidseitig 1,0 m breite Notgehwege angeordnet. Es sind 3 Pannenbuchten je Tunnelröhre sowie 7 Querstollen vorgesehen.

Mit Ausnahme der Anschlagbereiche im Norden und Süden (= offene Bauweise) soll der Tunnel in bergmännischer Bauweise hergestellt werden. Der Tunnelvortrieb soll in Spritzbetonbauweise durchgeführt werden.

Nach derzeitigem Planungsstand soll der Tunnel über seine gesamte Länge druckwasserhaltend ausgeführt werden.

3 Feldarbeiten

3.1 Untersuchungsprogramm und Erkundungsstrategie

Das Untersuchungsprogramm für die hydrogeologischen Feldarbeiten wurde entsprechend der Leistungsbeschreibung vom LGA Grundbauinstitut aufgestellt und mit dem Auftraggeber fachlich abgestimmt. Die Erkundungsstrategie sah dabei folgende Eckpunkte vor:

- Erkundung der unterschiedlichen Grundwasserstockwerke im Trassenbereich mit zahlreichen Grundwassermessstellen,
- Verfilterung jeder Grundwassermessstelle gezielt nur in einem Grundwasserstockwerk,
- Nach Möglichkeit: Positionierung der Grundwassermessstellen zu „hydrologischen Dreiecken“, soweit möglich, zur Erkundung der Grundwasserfließrichtungen,
- Anordnung der Grundwassermesstellen seitlich der Tunneltrasse, so dass diese zur hydrologischen Beweissicherung auch während und nach der Bauphase erhalten bleiben können.
- Durchführung von Packertests und Flowmetertests im offenen Bohrloch,
- Kurze Pumptests zur Ermittlung der Durchlässigkeitsbeiwerte,
- Pumpversuche mit mehreren Beobachtungspegeln zur Ermittlung der relevanten Aquifer-Parameter,
- Grundwasserstandsmessungen: Stichtagsmessungen sowie zur dauerhaften Beweissicherung nach Möglichkeit kontinuierliche Messungen mittels Datenloggern.

3.2 Bohrungen und Grundwassermessstellen

Die Bohrungen und der Messstellenausbau erfolgte durch die Fa. Baugrund Süd aus Bad Wurzach im Zeitraum von Oktober 2020 bis Februar 2021. Die Einmessung erfolgte durch das Vermessungsbüro Helle aus Tübingen.

Von den insgesamt 24 Aufschlussbohrungen entlang der Tunneltrasse wurden 8 Bohrungen zu 5“-Grundwassermessstellen und weitere 11 Bohrungen zu 3“-Beobachtungspegeln ausgebaut. Dabei wurden gezielt die Grundwasser-führenden Gesteinsschichten in der geplanten Höhenlage des Tunnels verfiltert. Im südlichen Abschnitt des Tunnels ist dies vor allem der Kieselsandstein und im nördlichen Abschnitt der Schilfsandstein.

Von den Bohrungen im Bereich der Nordanbindung / Tübinger Kreuz wurden 4 Stück zu Grundwassermessstellen ausgebaut, von den Bohrungen im Bereich der südlichen Anbindung 2 Stück. In **Anlagengruppe 2** sind die Bohrprofile und Ausbaupläne der Grundwassermessstellen beigefügt. In **Tabelle 3-1** sind die Eckdaten der Grundwassermessstellen zusammengefasst.

Tabelle 3-1: Eckdaten der neuen Grundwassermessstellen

GWM	GOK	POK	Filterstrecke	GW-Leiter	GW-Stand (09.03.2021)	
	mNHN	mNHN			m.u.POK	mNHN
KB01/20	355,34	356,24	11m - 15m	Kieselsandstein	13,45	342,79
KB02/20	376,93	378,00	33m - 36m	Kieselsandstein	35,35	342,65
KB03/20	382,76	383,81	34,5m - 42m	Kieselsandstein	41,23	342,58
KB06/20	377,66	378,38	38,5m - 43,5m	Kieselsandstein	33,97	344,41
KB07/20	362,05	362,84	24m - 27m	Kieselsandstein	11,42	351,42
KB08/20	387,65	388,49	44m - 53m	Ob. Bunte Mergel / Kieselsandstein	28,18	360,31
KB10/20	396,87	397,93	56m - 65m	Kieselsst/ Rote Wand	41,55	356,38
KB12/20	395,82	396,82	23m - 36m	Stubensandstein	27,37	369,45
KB13/20	394,05	394,92	56m - 63m	Rote Wand	33,64	361,28
KB14/20	387,71	388,49	44m - 49m	Kieselsandstein	29,18	359,31
KB15/20	378,04	377,86	18m - 25m	Stubensandstein	trocken	
KB16/20	345,23	345,11	25m - 30m	Schilfsandstein	18,07	327,04
KB17/20	338,78	339,57	22m - 26m	Schilfsandstein	24,31	315,26
KB18/20	342,37	343,20	4m - 8m	Quartär/Schilfsst.	7,28	335,92
KB19/20	359,91	360,74	43m - 46m	Dunkle Mergel	38,38	322,36
KB20/20	333,39	333,34	22m - 25m	Schilfsandstein	19,53	313,81
KB21/20	330,25	330,08	15m - 20m	Schilfsandstein	15,74	314,34
KB22/20	324,32	324,18	13m - 16m	Schilfsandstein	9,92	314,26
KB24/20	378,59	379,39	15m - 20m	Stubensandstein	10,02	369,37
KB27/20	320,65	320,49	6,5m - 9,5m	Quartär	6,35	314,14
KB33/20	317,95	317,80	4,6m - 5,6m	Quartär	3,51	314,29
KB35/20	322,53	323,36	7m - 9m	Schilfsandstein	6,80	316,56
KB41/20	316,80	317,55	3m - 6m	Quartär	4,59	312,96
KB48/20	344,54	345,32	4,7m - 8,7m	Quartär	6,19	339,13
KB53/20	346,07	346,92	8m - 10m	Bunte Mergel	5,10	341,82

3.3 Bohrlochversuche

In mehreren Bohrungen wurden Bohrlochversuche zur Detailerkundung der hydraulischen Eigenschaften des Gebirges durchgeführt:

- In 6 Bohrungen wurden insgesamt 16 Slug-Tests (Packer-Tests) zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit definierter Bohrlochabschnitte durchgeführt.
- In 3 Bohrungen wurden Flowmeter-Versuche zur Feststellung einzelner Grundwasserzutritte im offenen Bohrloch durchgeführt.

An zahlreichen Bohrlöchern wurden darüber hinaus Kamerabefahrungen (optischer Scan) und geophysikalische Messungen (Gamma-Log, elektr. Widerstands-Log) durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im geotechnischen Gutachten dokumentiert.

3.4 Pumpversuche

Im Zuge des Klarpumpens der Grundwassermessstellen wurden jeweils Kurz-Pumptests von ca. einer Stunde Dauer durchgeführt. Anschließend wurde der Wiederanstieg des Grundwasserspiegels beobachtet und dokumentiert. Diese Daten werden zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes ausgewertet.

Im Rahmen der Erkundungsstrategie zur Hydrogeologie waren ursprünglich 5 Pumpversuche mit mehreren Beobachtungspegeln geplant, und zwar an den folgenden Stellen:

- Südliches Tunnelportal (vorgesehene GWM: KB01, KB02)
- Bach am Hühneracker Kapf (vorgesehene GWM: KB06, KB07, B1-9/06)
- Mittlerer Tunnelabschnitt (vorgesehene GWM: KB13, KB14,0B1-7/06)
- Blaulach-Tal (vorgesehene GWM: KB16, KB17, KB18, B1-5/06)
- Nördliches Tunnelportal (vorgesehene GWM: KB20, KB21, KB22, B1-3/06)

Nachdem die o.g. Pumptests an allen Grundwassermessstellen gezeigt hatten, dass teilweise die Ergiebigkeit minimal ist oder nur eine sehr geringe Grundwasserführung vorhanden ist, wurde das Programm entsprechend angepasst. In Absprache mit dem Auftraggeber wurden nur zwei Pumpversuche durchgeführt, und zwar im Blaulach-Tal und am nördlichen Tunnelportal.

3.5 Grundwasserstandsmessungen

Nach Fertigstellung und Klarpumpen aller Grundwassermessstellen wurden mehrere Stichtagsmessungen zur Messung der Grundwasserstände durchgeführt.
Dabei wurden auch die Grundwassermessstellen der vorherigen Erkundungskampagne aus dem Jahr 2006 einbezogen.

3.6 Geländebegehungen und Beurteilung von Oberflächengewässern

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten für die Tunneltrasse erfolgten eingehende Geländebegehungen im Umfeld der Trasse. Dabei wurden insbesondere hydrologisch relevante Bereiche wie Oberflächengewässer und Vernässungszonen in Augenschein genommen.

4 Geologische Untersuchungsergebnisse

In den Bohrungen wurden die Gesteinsschichten von der Grabfeld-Formation (Gipskeuper) bis zur Trossingen-Formation (Knollenmergel) sowie örtliche quartäre Bildungen angetroffen.

Die geologischen Untersuchungsergebnisse werden im Detail im Geotechnischen Gutachten im Kapitel 6 (Baugrundverhältnisse) beschrieben.

5 Hydrogeologische Untersuchungsergebnisse

5.1 Ergebnisse der Bohrlochversuche

In 6 Bohrungen entlang der Tunneltrasse wurden insgesamt 16 Slugtests durchgeführt. Die Versuche wurden vom Büro für Grundwasserhydraulik Dipl.-Geol. A. Voutta durchgeführt und ausgewertet. Getestet wurden jeweils mehrere Bohrlochabschnitte im Tiefenbereich des geplanten Tunnelprofils. Die Slugtests lassen sich auswerten zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes. Eine kurze Beschreibung des Versuchsaufbaus /-ablaufs sowie die Aufzeichnungen und Auswertungen der Slugtests sind in **Anlage 4.5** dokumentiert. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden **Tabelle 5-1** zusammengefasst.

Tabelle 5-1: Auswertung der Slugtests

Bohrung Nr.	Test-Intervall	k-Wert	Geologie
KB04	44 – 47 m	$3 * 10^{-6}$ m/s	Obere Bunte Mergel
KB04	50 – 53 m	$1 * 10^{-6}$ m/s	Obere Bunte Mergel
KB04	56 – 59 m	$1 * 10^{-6}$ m/s	Kieselsandstein
KB06	26,5 - 29,5 m	$3 * 10^{-5}$ m/s	Obere Bunte Mergel
KB06	32 – 35 m	$8 * 10^{-8}$ m/s	Obere Bunte Mergel
KB06	40 – 43 m	$3 * 10^{-6}$ m/s	Kieselsandstein
KB10	50,5 – 53,5 m	$5 * 10^{-8}$ m/s	Obere Bunte Mergel
KB10	58,5 – 61,5 m	$1 * 10^{-9}$ m/s	Kieselsandstein
KB10	61,5 – 64,5 m	$9 * 10^{-8}$ m/s	Untere Bunte Mergel
KB14	49 – 52 m	$4 * 10^{-8}$ m/s	Untere Bunte Mergel
KB14	55 – 58 m	$1 * 10^{-7}$ m/s	Untere Bunte Mergel
KB14	63 – 66 m	$9 * 10^{-6}$ m/s	Dunkle Mergel
KB16	12 – 15 m	$4 * 10^{-7}$ m/s	Untere Bunte Mergel
KB16	18 – 21 m	$2 * 10^{-7}$ m/s	Untere Bunte Mergel
KB16	29 – 32 m	$6 * 10^{-7}$ m/s	Schilfsandstein
KB19	41,5 – 44,5 m	$2 * 10^{-8}$ m/s	Dunkle Mergel

Die Ergebnisse zeigen überwiegend Durchlässigkeitsbeiwerte in der Größenordnung von 10^{-6} bis 10^{-7} m/s. Der größte Durchlässigkeitsbeiwert wird in KB06 in der Teststrecke von 26,5 – 29,5 m mit $3 * 10^{-5}$ m/s festgestellt. Die geringste Durchlässigkeit wird in KB10 in der Teststrecke von

58,5 – 61,5 m mit 1 * 10^{-9} m/s festgestellt. Geologisch umfassen die getesteten Abschnitte die Gesteinseinheiten von den Oberen Bunten Mergeln über den Kieselsandstein und die Unteren Bunten Mergel bis zum Schilfsandstein.

Generell ist festzustellen, dass die Slugtests in den Sandstein-Partien ähnlich geringe Durchlässigkeitsbeiwerte ergeben wie in den tonig-mergeligen Gesteinseinheiten.

Im hydrologischen Erkundungsprogramm waren ursprünglich bei 6 Bohrungen Flowmeteruntersuchungen im offenen Bohrloch vorgesehen. Flowmeter-Untersuchungen dienen dazu, im Bohrloch die individuellen Abschnitte identifizieren zu können, in denen ein Grundwasserzufluss stattfindet. Wegen der generell geringen Wasserdurchlässigkeit des Gebirges und des sehr geringen Wasserzulaufs wurde die Anzahl der Versuche auf 3 reduziert. Die Flowmeterversuche wurden im Zuge der geophysikalischen Bohrlochuntersuchungen durch die Firma BLM Gesellschaft für Bohrlochmessungen mbH, Poing, in den Bohrungen KB09, KB10 und KB14 durchgeführt.

Bei den Versuchen wird mit einer Unterwasserpumpe Wasser aus der Bohrung abgepumpt und es wird mit einer gleichzeitig im Bohrloch abwärts bzw. aufwärts bewegten Flowmetersonde die Wasserströmung gemessen. Dadurch lassen sich prinzipiell Grundwasser-Zuströmbereiche lokalisieren. Die Ergiebigkeit der Bohrungen war jedoch so gering, dass nur mit einer extrem gedrosselten Pumpleistung (wenige Liter pro Minute) gearbeitet werden konnte, um die Wassersäule nicht in kürzester Zeit leerzupumpen. Infolgedessen lag die Fließgeschwindigkeit im Bohrloch unter der „Ansprechschwelle“ für die Flowmetersonde. In zwei Bohrungen (KB09/20 und KB10/20) ließen sich die Flowmeteruntersuchungen daher nicht auswerten; sie zeigen lediglich, dass der seitliche Grundwasserzustrom aus dem Gebirge kleiner ist als ca. 5 l/min. In der Bohrung KB14/20 konnte durch eine Kombination der Flowmeteruntersuchung mit dem Salinitäts-Log ein Zufluss von ca. 3 l/min aus den Unteren Bunten Mergeln in einer Teufenlage von ca. 56 – 57 m abgeleitet werden.

Zusammenfassend bestätigen die Flowmeteruntersuchungen, dass die untersuchten Gesteinseinheiten generell schwach durchlässig sind und keine Zonen erhöhter Wasserzuflüsse in den drei untersuchten Bohrungen festgestellt werden konnten.

5.2 Ergebnisse der Pumptests

Im Rahmen des Klarpumpens der Grundwassermessstellen wurden durch die Bohrfirma Baugrund Süd jeweils kurze Pumptests mit anschließender Beobachtung des Wiederanstiegs des Grundwasserspiegels in der GWM durchgeführt.

Die Auswertung der Pumptests zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes erfolgte durch die LGA mittels Auswertung des Wiederanstiegs (nach THEIS, 1963). Die Aufzeichnungen und Auswertungen der Pumptests sind in **Anlagengruppe 4** dokumentiert. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden **Tabelle 5-2** zusammengefasst.

Tabelle 5-2: Auswertung der Pumptests: K-Wert-Bestimmungen der Grundwassermessstellen.

GWM	GW-Leiter	Filterstrecke	RWSp	Fördermenge	Absenkung	k-Wert
				l/s	m	m/s
KB01	Kieselsandstein	11 - 15 m	15,3	< 0,01	--	n.b.
KB02	Kieselsandstein	33 – 36 m	35,2	nicht möglich		-
KB03	Kieselsandstein	34,5 – 42 m	41,4	nicht möglich		-
KB06	Kieselsandstein	39 - 43 m	34,8	0,05	8,4m	5E-07
KB07	Kieselsandstein	24 – 27 m	6,1	0,12	13 m	2E-06
KB08	Kieselsandstein	45 – 53 m	27,5	0,1	21 m	2E-07
KB10	Kieselsst /RoteWand	57 – 65 m	36,5	0,05	28 m	4E-07
KB12	Stubensandstein	24 – 36 m	27,1	0,02	6,5 m	1E-07
KB13	Rote Wand	57 – 63 m	28,5	0,04	34 m	n.b.
KB14	Kieselsandstein	45 – 49 m	48,6	nicht möglich		-
KB16	Schilfsandstein.	25 – 30 m	18,3	0,11	2,4 m	2E-06
KB17	Schilfsandstein	22 – 26 m	23,3	0,07	2,1 m	k.A.
KB19	Dunkle Mergel	43 – 46 m	37,7	0,18	5,8 m	k.A.
KB20	Schilfsandstein	22 – 25 m	17,2	0,1	3,6 m	k.A.
KB21	Schilfsandstein	16 – 20 m	15,4	0,09	3,5 m	1E-06
KB22	Schilfsandstein	14 – 16 m	10,4	0,18	4,1 m	5E-06

* n.b.: = nicht bestimmbar (minimaler Durchlässigkeitsbeiwert).

k.A. = keine Auswertung möglich (Messung des GW-Wiederanstiegs gestört)

Zu den Pumptests ist Folgendes anzumerken:
In den Grundwassermessstellen nahe des Südportals (KB01, KB02 und KB03) war jeweils nur eine minimale Wassersäule in der Grundwassermessstelle vorhanden. In KB01 konnte eine minimale Wassermenge (Größenordnung: < 0,01 l/s) gefördert werden. In KB02 und KB03 war wegen der minimalen Wassersäule und der Tiefe der GWM eine Wasserförderung nicht möglich.
Auch in KB14 war wegen der minimalen Wassersäule eine Wasserförderung nicht möglich.
Bei einigen Grundwassermessstellen mit sehr geringen Entnahmeraten gab es nach Abstellen der Pumpe Störungen des Wiederanstiegs, so dass hier keine Auswertungen möglich waren.

Die Pumptests an Grundwassermessstellen im mittleren Tunnelabschnitt, die im Bereich des Kieselsandstein verfiltert sind (KB06 bis KB10), ergaben überwiegend Durchlässigkeitsbeiwerte in der Größenordnung von 10^{-7} m/s.

Im nördlichen Tunnelabschnitt ist vor allem der Schilfsandstein der maßgebliche Grundwasserleiter. Die Pumptests ergaben sowohl im Bereich des Blaulachtales (KB16) als auch im Bereich des Nordportals (KB21 - KB22) Durchlässigkeitsbeiwerte in der Größenordnung von 10^{-6} m/s.

5.3 Durchführung und Ergebnisse der Pumpversuche

5.3.1 Vorbemerkungen

Von den ursprünglich geplanten 5 Pumpversuchen mit jeweils mehreren Beobachtungspegeln und einer Dauer von 24 – 72 Stunden wurden zwei durchgeführt. Bei drei Stellen waren die ursprünglich geplanten Pumpversuche wegen der minimalen Ergiebigkeit bzw. der kaum vorhandenen Wassersäule nicht erfolgversprechend:

- Südliches Tunnelportal: In KB01 und KB02 ist nur eine minimale Wassersäule von weniger als 1 m vorhanden; ein Abpumpen von Grundwasser ist hier nicht möglich. Zudem liegt der festgestellte Grundwasserspiegel in etwa auf Höhe der vorgesehenen Tunnelsohle, so dass hier ohnehin nicht mit einem nennenswerten Grundwasserandrang zu rechnen ist.
- Bach am Hühneracker Kapf: Im Zuge der Pumptests waren KB06 und KB07 bei minimaler Fördermenge praktisch leergepumpt worden.
- Mittlerer Tunnelabschnitt: In KB13 wurde das GW bei minimaler Fördermenge um 30 m abgesenkt. In KB14 war nur eine minimale Wassersäule vorhanden.

Es wurden Pumpversuche im Bereich des Blaulachtales und im Bereich des Nordportals durchgeführt. Diese werden nachfolgend beschrieben und ausgewertet. Die Pumpversuche wurden im Zeitraum vom 20.04.2021 bis 25.04.2021 vom Ingenieurbüro Hydro-Geo-Service, Feucht, durchgeführt. In dieser Zeit war es, abgesehen von minimal ergiebigem Sprühregen, niederschlagsfrei. Somit sind keine äußeren Beeinflussungen der Grundwasserverhältnisse gegeben.

5.3.2 Pumpversuch im Bereich Blaulachtal

Der Pumpversuch im Bereich des Blaulachtales wurde in der Zeit vom 22.04. – 25.04.2021 folgendermaßen durchgeführt:

Abgepumpte Grundwassermessstelle: KB16/20

- Pumpphase: 48 Stunden (22.04.; 11:20h bis 24.04.; 11:20h),
- Pumpleistung: 0,13 l/s bei einer Absenkung im Pumpbrunnen von 5,8 m,
- Beobachtung des Wiederanstiegs: 21 Stunden (bis 25.04., 08:00h).

Grundwassermessstellen zur Mitbeobachtung:

- KB17/20 (Schilfsandstein),
- B1-5/06 (Schilfsandstein),
- KB18/20 (Verwitterungszone / Sandstein)

Abbildung 5-1 zeigt die Lage der betreffenden Grundwassermessstellen.

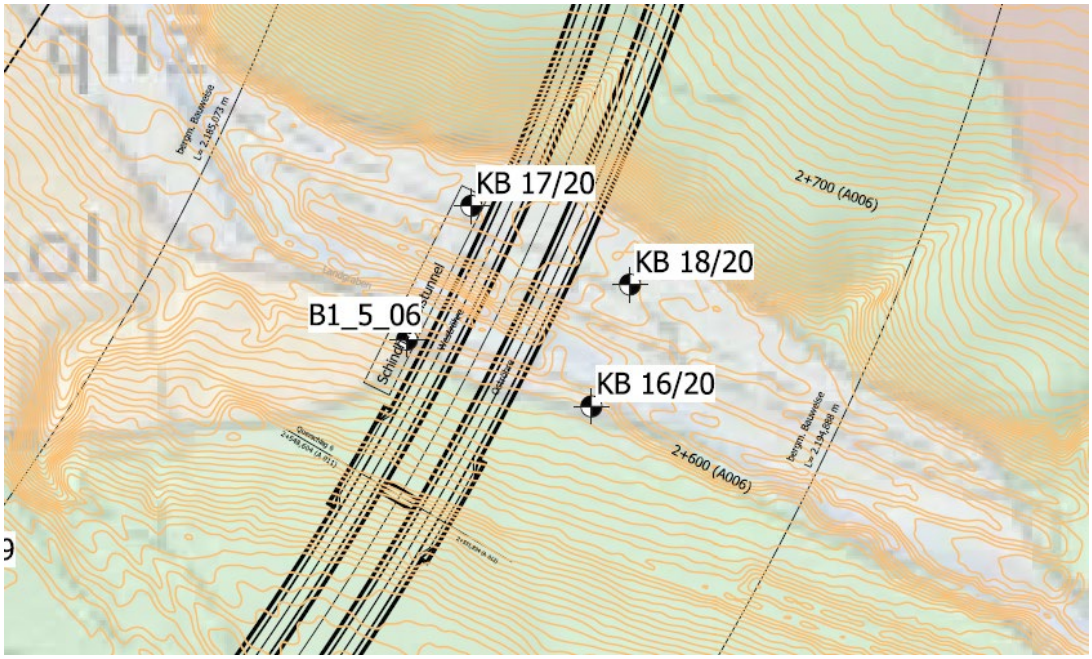


Abbildung 5-1: Lageplan der Grundwassermessstellen des Pumpversuchs im Blaulachtal.

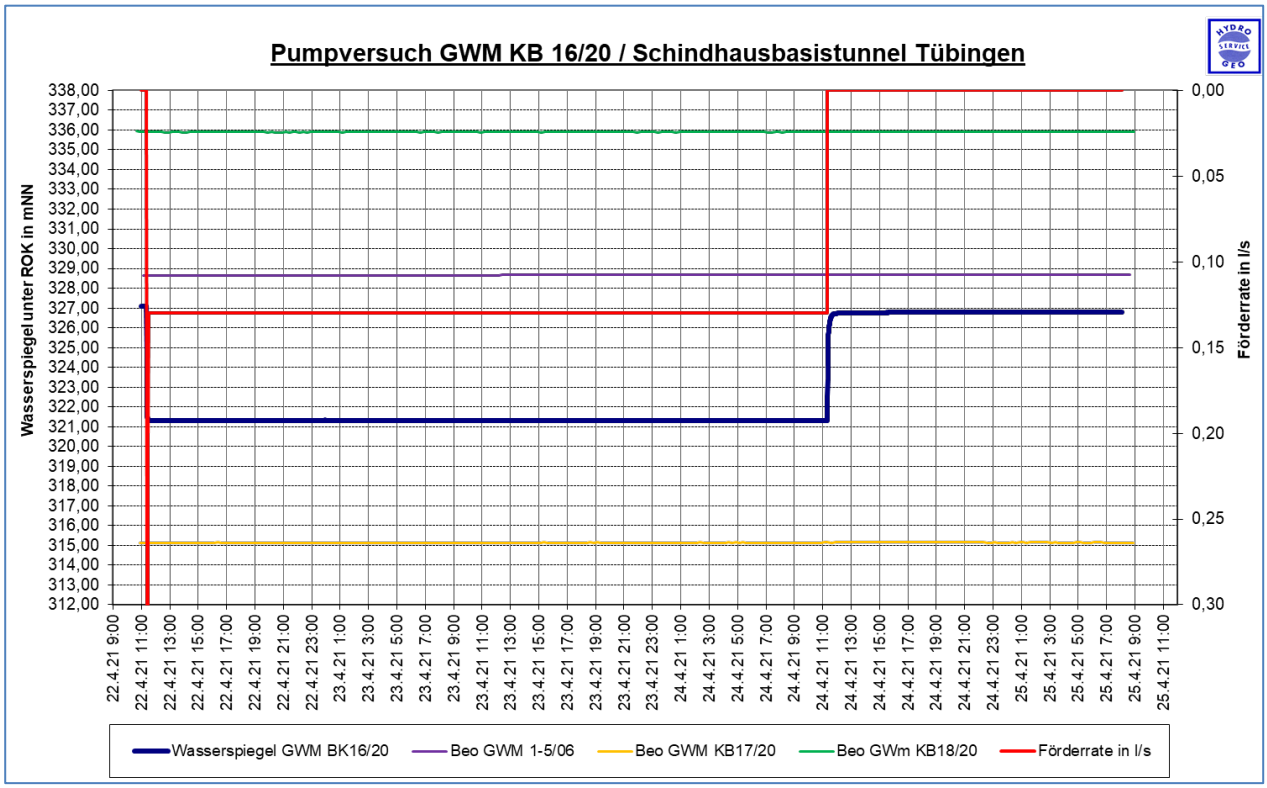


Abbildung 5-2: Zusammenfassendes Ganglinien-Diagramm des Pumpversuchs in KB16/20.

Abbildung 5-2 zeigt als Überblicks-Diagramm die Grundwasserstands-Ganglinien im Pumpbrunnen (KB16/20, blaue Linie) sowie in den Beobachtungs-Messstellen KB17 (gelbe Linie), KB18 (grün) und B1-5/06 (violett). Die rote Ganglinie stellt die Förderrate dar (abzulesen auf der rechten Ordinate). In **Tabelle 5-3** sind die Ergebnisse der Grundwasserstands-Beobachtungen während des Pumpversuchs in Kurzform dargestellt.

Tabelle 5-3: Ergebnisse des Pumpversuchs in KB16/20.

Grundwassermessstelle	**KB16/20**	**KB17/20**	**KB18/20**	**B1-5/06**
GW-Stand vor Pumpbeginn (m NHN)	327,10	315,12	335,90	328,63
GW-Stand am Ende der Pump-Phase (m NHN)	321,30	315,14	335,89	328,68
GW-Stands-Änderung während des Pumpversuchs (m)	-5,80	+0,02	-0,01	+0,05
GW-Stand am Ende der Wiederanstiegs-Beobachtung (m NHN)	326,78	315,14	335,90	328,68
Lage der Filterstrecke (m NHN)	315 - 320	313 - 317	334 - 338	315 - 330
GW-Leiter	Schilfsandst.	Schilfsandst.	Verwitt./Sst.	Rote Wand / Schilfsandst.
Entfernung vom Pumpbrunnen (m)	-	84 m	45 m	70 m

Der Pumpversuch zeigt folgende Ergebnisse:

- Die Ruhewasserstände vor Beginn des Pumpversuchs weichen in den einzelnen Grundwassermessstellen sehr weit voneinander ab, obwohl die Grundwassermessstellen (mit Ausnahme der flachen KB18/20) annähernd im gleichen stratigraphischen Horizont und in annähernd gleicher Tiefenlage verfiltert sind.
- Die Grundwasserstände der Beobachtungs-GWM reagieren nicht auf die Absenkung im Pumpbrunnen. In KB17/20und B1-5/06 steigen die Grundwasserstände im Laufe des Pumpversuchs sogar minimal an (um 2 cm bzw. 5 cm).

- Demnach ist hier im Schilfsandstein kein größerräumig zusammenhängendes Grundwasserstockwerk vorhanden, sondern jede der drei im Schilfsandstein verfilterten Grundwassermessstellen (KB16/20, Kb17/20 und B1-5/06) hat ein anderes lokales hydraulisches Regime.
- Die oberflächennah verfilterte, flache Grundwassermessstelle KB18/20 hat offenbar ebenfalls keine hydraulische Verbindung zum Schilfsandstein-Grundwasserstockwerk. Der Grundwasserstand bleibt während des Pumpversuchs unverändert ca. 9 m höher als der Ruhewasserstand in KB16/20. Die Grundwasserentnahme im Schilfsandstein wirkt sich demnach nicht auf das oberflächennahe Grundwasser / Schichtwasser im Bereich des Blaulachtales aus.
- Am Ende des Pumpversuchs stellt sich in Pumpbrunnen KB16/20 ein ca. 30 cm niedrigerer Grundwasserstand ein als vor dem Versuch.

Die Pumpversuchsdaten können zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes des Schilfsandsteins herangezogen werden. Die Auswertung der Wiederanstiegsmessung in KB16/20 nach Theis ergibt einen k-Wert von 3 * 10E-06 m/s.

5.3.3 Pumpversuch im Bereich des Nordportals

Der Pumpversuch im Bereich des Nordportals wurde in der Zeit vom 20.04. – 22.04.2021 folgendermaßen durchgeführt.

Abgepumpte Grundwassermessstelle: KB22/20

- Pumpphase: 32 Stunden (20.04., 07 h bis 21.04., 17 h)
- Pumpleistung: 0,2 l/s
- Beobachtung des Wiederanstiegs: 16 Stunden (bis 22.04.; 07 h)

Grundwassermessstellen zur Mitbeobachtung:

- KB21/20 (Schilfsandstein),
- B1-3/06 (Schilfsandstein),
- KB20/20 (Schilfsandstein),
- KB35/20 (Schilfsandstein).

Abbildung 5-3 zeigt die Lage der betreffenden Grundwassermessstellen.

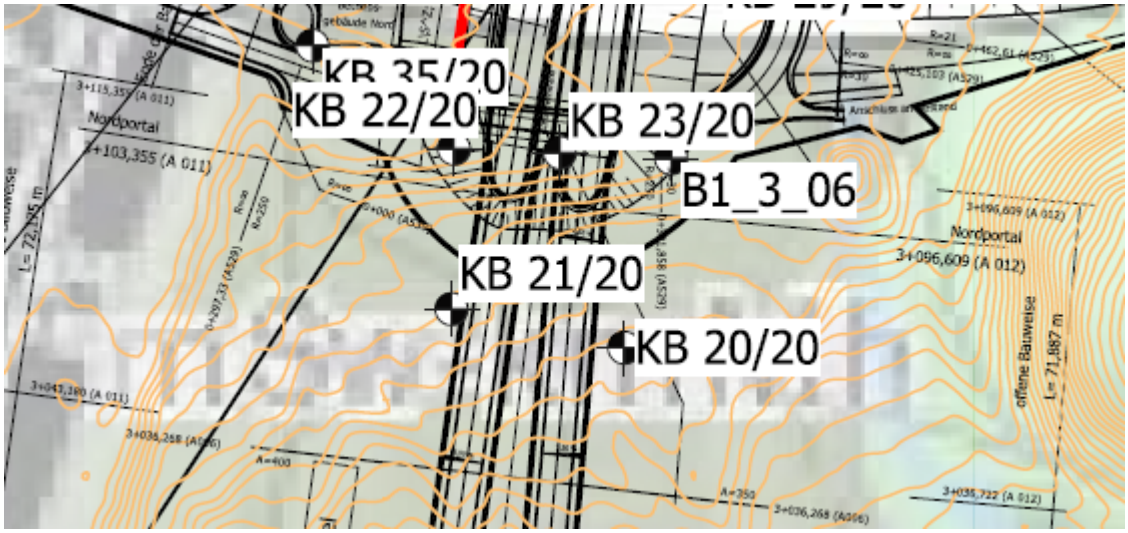


Abbildung 5-3: Lageplan der Grundwassermessstellen des Pumpversuchs im Bereich des Nordportals.

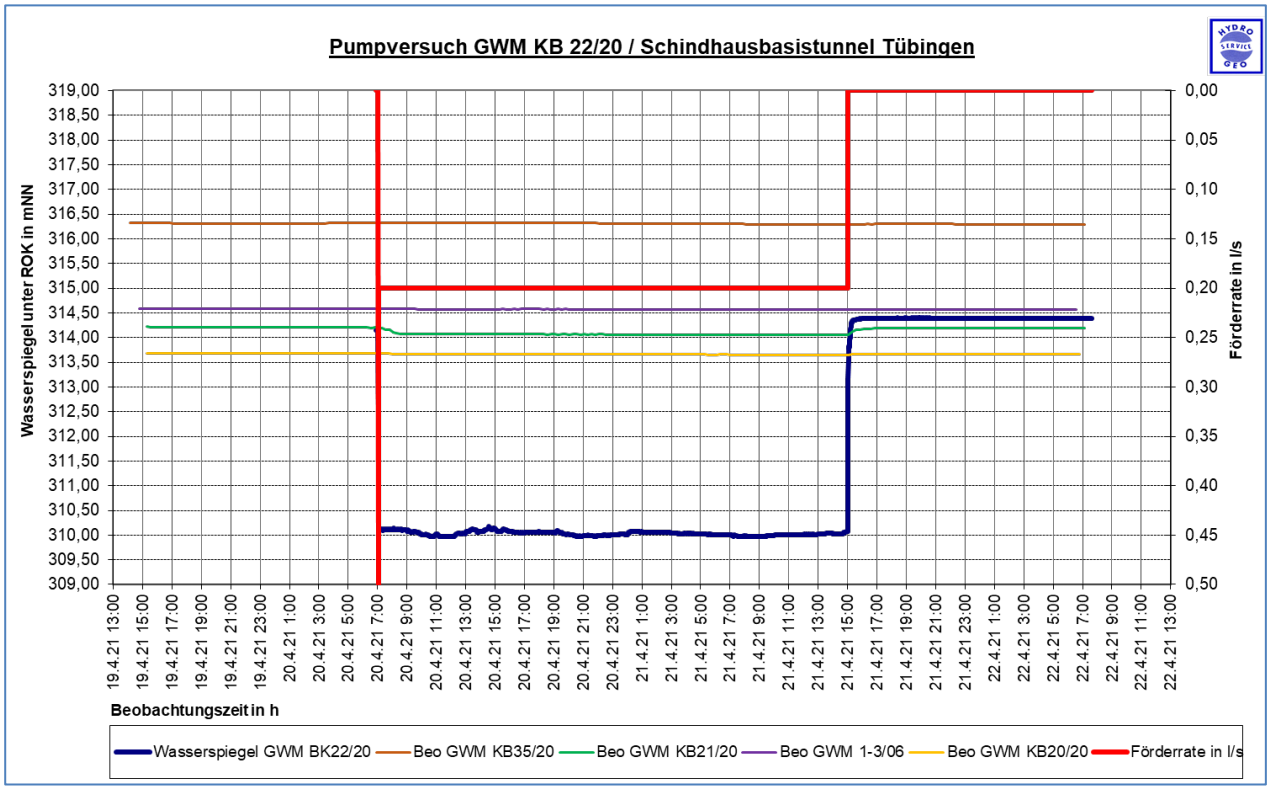


Abbildung 5-4: Zusammenfassendes Ganglinien-Diagramm des Pumpversuchs in KB22/20.

Abbildung 5-4 zeigt als Überblicks-Diagramm die Grundwasserstands-Ganglinien im Pumpbrunnen (KB22/20, blaue Linie) sowie in den Beobachtungs-Messstellen KB20 (gelbe Linie), KB21 (grün), KB35 (braun) und B1-3/06 (violett). Die rote Ganglinie stellt die Förderrate dar (abzulesen

auf der rechten Ordinate). In **Tabelle 5-4** sind die Ergebnisse der Grundwasserstands-Beobachtungen während des Pumpversuchs in Kurzform dargestellt.

Tabelle 5-4: Ergebnisse des Pumpversuchs in KB22/20.

Grundwassermessstelle	**KB22**	**KB20**	**KB21**	**KB35**	**B1-3/06**
GW-Stand vor Pumpbeginn (m NHN)	314,14	313,68	314,21	316,32	314,58
GW-Stand am Ende der Pump-Phase (m NHN)	310,1	313,65	314,06	316,29	314,56
GW-Stands-Änderung während des Pumpversuchs (m)	-4,0	-0,03	-0,15	-0,03	-0,02
GW-Stand am Ende der Wiederanstiegs-Beobachtung (m NHN)	314,39	313,66	314,19	316,29	314,57
Lage der Filterstrecke (m NHN)	308 - 310	308 - 310	310 - 314	313 -315	310 - 322
GW-Leiter	Schilfsst.	Schilfsst.	Schilfsst.	Schilfsst.	Schilfsst.
Entfernung vom Pumpbrunnen (m)	-	60 m	35 m	40 m	50 m

Der Pumpversuch zeigt folgende Ergebnisse:

- Die Ruhewasserstände vor Beginn des Pumpversuchs weichen in den einzelnen Grundwassermessstellen nur um wenige Dezimeter voneinander ab.
- Die Grundwasserstände der Beobachtungs-GWM reagieren mehr oder minder stark auf die Absenkung im Pumpbrunnen: In der nahegelegenen KB21/20 sinkt der Grundwasserstand während des Pumpversuchs um 15 cm; in den übrigen GWM sinkt der Grundwasserstand nur geringfügig (2 – 3 cm).
- Am Ende des Pumpversuchs steigt der Grundwasserstand im Pumpbrunnen KB22/20 auf einen 25 cm höheren Stand an als vor dem Pumpversuch.

Demnach ist hier im Schilfsandstein in der Umgebung des Nordportals ein zusammenhängendes Grundwasserstockwerk vorhanden.

Die Pumpversuchsdaten können zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes des Schilfsandsteins herangezogen werden. Die Auswertung der Wiederanstiegsmessung in KB22/20 nach Theis ergibt einen k-Wert von 8 * 10E-06 m/s.

5.4 Grundwasserstands-Stichtagsmessungen

Nach dem Bau und dem Klarpumpen der Grundwassermessstellen wurden durch die LGA erste Stichtagsmessungen der Grundwasserstände durchgeführt. Weitere Stichtagsmessungen werden von Seiten des Regierungspräsidiums Tübingen durchgeführt. **Tabelle 5-5** zeigt ausgewählte Ergebnisse der Grundwasserstandsmessungen.

Tabelle 5-5: Ergebnisse von Grundwasserstands-Stichtagsmessungen

Name	GOK (mNHN)	POK (mNHN)	Filterstrecke	09.03.2021 (m.u.POK)	09.03.2021 (mNHN)	05.07.2021 (m.u.POK)	05.07.2021 (mNHN)	GW-Leiter	Lage
KB 01/20	355,34	356,24	11m - 15m	13,45	342,79	11,06	345,18	Kieselsst	Tunnel
B 1-11/06	342,42	342,87	3m - 7m	3,14	339,73	0,92	341,97	Quartär	Bläsibad
KB 02/20	376,93	378,00	33m - 36m	35,35	342,65	32,87	345,13	Kieselsst	Tunnel
KB 03/20	382,76	383,81	34,5m - 42m	41,23	342,58	37,15	346,66	Kieselsst	Tunnel
KB 06/20	377,66	378,38	38,5m - 43,5m	33,97	344,41	33,08	345,30	Kieselsst	Tunnel
KB 07/20	362,05	362,84	24m - 27m	11,42	351,42	9,73	353,11	Kieselsst	Tunnel
B 1-9/06	359,33	359,19	9m - 23m	4,91	354,28	3,39	355,80	Kieselsst./Bunte Mergel	Tunnel
KB 08/20	387,65	388,49	44m - 53m	28,18	360,31	26,76	361,73	Kieselsst./Ob.Bunte Mergel	Tunnel
KB 10/20	396,87	397,93	56m - 65m	41,55	356,38	43,21	354,72	Kieselsst/ Rote W.	Tunnel
KB 12/20	395,82	396,82	23m - 36m	27,37	369,45	33,47	363,35	Stubensst	Tunnel
B 1-7/06	392,84	392,71	42m - 55m	15,50	377,21	14,29	378,42	Kieselsst./Bunte Mergel	Tunnel
KB 13/20	394,05	394,92	56m - 63m	33,64	361,28	32,88	362,04	Rote Wand	Tunnel
KB 14/20	387,71	388,49	44m - 49m	29,18	359,31	32,83	355,66	Kieselsst	Tunnel
KB 15/20	378,04	377,86	18m - 25m	trocken		trocken		Stubensst	Tunnel
KB 16/20	345,23	345,11	25m - 30m	18,07	327,04	17,90	327,21	Schilfsst	Tunnel
B 1-5/06	342,68	342,42	12m - 25m	14,06	328,36	12,73	329,70	RoteWand / Dunkle Mergel	Tunnel
KB 17/20	338,78	339,57	22m - 26m	24,31	315,26	23,99	315,58	Schilfsst	Tunnel
KB 18/20	342,37	343,20	4m - 8m	7,28	335,92	6,73	336,47	Quartär/SSt	Tunnel
KB 19/20	359,91	360,74	43m - 46m	38,38	322,36	38,10	322,64	Dunkle Mergel	Tunnel
KB 20/20	333,39	333,34	22m - 25m	19,53	313,81	18,90	314,44	Schilfsst	Tunnel
KB 21/20	330,25	330,08	15m - 20m	15,74	314,34	14,75	315,33	Schilfsst	Tunnel
KB 22/20	324,32	324,18	13m - 16m	9,92	314,26	9,21	314,97	Schilfsst	Tunnel
B 1-3/06	327,76	327,61	6m - 19m	12,84	314,77	11,75	316,12	Schilfsst./Rote Wand	Tunnel
KB 24/20	378,59	379,39	15m - 20m	10,02	369,37	-		Stubensst	Tunnel
KB 27/20	320,65	320,49	6,5m - 9,5m	6,35	314,14	4,64	315,85	Quartär	Tü-Kreuz
KB 33/20	317,95	317,80	4,6m - 5,6m	3,51	314,29	2,78	315,02	Quartär	Tü-Kreuz
KB 35/20	322,53	323,36	7m - 9m	6,80	316,56	5,56	317,80	Schilfsst.	Tü-Kreuz
B 1-1/06	316,27	316,80	2m - 5m	3,58	313,22	3,00	313,80	Quartär	Tü-Kreuz
KB 41/20	316,80	317,55	3m - 6m	4,59	312,96	-		Quartär	Tü-Kreuz
KB 48/20	344,54	345,32	4,7m - 8,7m	6,19	339,13	-		Quartär	Bläsibad
KB 53/20	346,07	346,92	8m - 10m	5,10	341,82	2,64	344,28	Bunte Mergel	Bläsibad

5.5 Oberflächengewässer: Ergebnisse der Ortseinsichtnahmen

Im Kapitel 2.5 wurden die im Bereich des Tunnels vorhandenen Oberflächengewässer bereits kurz erwähnt. Nachfolgend werden sie auf der Grundlage der während der Bohrkampagne im Winterhalbjahr 2020/2021 vorgenommenen Ortseinsichtnahmen detaillierter beschrieben. In **Anlage 5** ist eine Fotodokumentation der beschriebenen Oberflächengewässer beigefügt.

Bläsibach

Der Bläsibach entwässert das Gebiet im Umfeld des Bläsiberges und der Bläsikelter. Der Bach verläuft vor dem geplanten Tunnel-Südportal neben dem Fahrweg zur Bläsikelter in nordwestliche Richtung und mündet anschließend in die Steinlach. Der Bach verläuft hier in der quartären Talfüllung am Rand des Steinlachtals; die Geländehöhe des Bachbetts liegt bei ca. 345 bis 342 m NHN. Es handelt sich um einen nur zeitweise wasserführenden Bachlauf: Im Herbst 2020 zu Beginn der Bohrkampagne war der Bach trocken; im Spätwinter 2020/21 wies der Bach eine Wasserführung auf (Größenordnung: 30 – 60 l/min). Im Zuge der Herstellung der Tunnel-Südanbindung ist eine an die neue Straßenführung angepasste seitliche Verlegung des Baches geplant.

Bach am Hühneracker Kapf:

Der Bach am Hühneracker Kapf ist das Oberflächengewässer im südlichen Drittel der Tunnelstrecke. Der Bach bildet sich im Oberlauf des Kerbtales (ca. im Bereich von Bau-km 1+700) auf einem Höhenniveau von ca. 390 bis 380 m NHN allmählich in Form von Vernässungszonen, die als Schichtwasseraustritte in sandigen Partien des Stubensandstein interpretiert werden können. Anschließend fließt der Bach zunächst nahezu parallel zum Tunnel in südwestliche Richtung. Die Talsohle ist hier zu einem kleinen Weg verbreitert. Hier ist auch die Grundwassermessstelle KB07/20 positioniert. Die Bachsohle liegt hier bei ca. 362 m NHN in tonigen Schichten der Stubensandstein-Formation.

Etwa auf Höhe von Bau-km 1+200 mündet ein kleines Seitental aus südöstlicher Richtung ein, das die Tunneltrasse auf einer Geländehöhe von ca. 360 m NHN quert. Das Bachbett verläuft hier in einer Tonstein-Sandstein-Wechselfolge des Stubensandstein. Der Abstand zur Tunnelfirste beträgt hier ca. 10 m.

Anschließend schwenkt der Bach von der Tunneltrasse weg in westliche Richtung ein und bildet ein tief eingeschnittenes Tal im Bereich der Oberen Bunten Mergel.

Im Unterlauf, ca. 150 m östlich der B 27, befindet sich ein Hochwasserrückhaltebecken. Anschließend fließt der Bach weiter nach Westen, zunächst frei, ab der B 27 verrohrt, der Steinlach zu.
Im Bach am Hühneracker Kapf wurde während der halbjährigen Feldkampagne durchgehend eine Wasserführung beobachtet. Im Herbst 2020 lag die Wasserführung in der Größenordnung von 5 l/min, im Februar 2021 bei ca. 60 l/min.

Kaisersbrücklesgraben

Ca. 300 m nordwestlich von der Tunneltrasse entfernt, am Südrand des Galgenberges, befindet sich das kleine Tal des Kaisersbrücklesgraben. Der Bach fließt in südwestliche Richtung der Steinlach zu. Somit liegt der Bach außerhalb des allenfalls zu erwartenden Einflussbereiches der Tunneltrasse. Im Herbst 2020 war nur eine minimale Wasserführung zu beobachten (Größenordnung: 1 l/min); im Februar 2021 lag sie in der Größenordnung von 30 l/min.

Ramslache

Die Ramslache mit zwei kleinen Quellbächen stellt die Oberflächenentwässerung des Geländes nördlich der Schießanlage bzw. nordwestlich des Natursteinparks dar und ist damit das zu betrachtende Oberflächengewässer im mittleren Tunnelabschnitt (ca. Bau-km 2+000 bis 2+400). In ähnlicher Weise wie der Bach am Hühneracker Kapf „entspringen“ auch die Quellbäche der Ramslache in engen Kerbtälern in Form von Vernässungszonen im Stubensandstein auf einem Höhenniveau zwischen ca. 370 und 360 m NHN.
Das südliche der beiden Täler verläuft in einem Abstand von über 50 m neben der Tunneltrasse; das östliche Tal quert die Tunneltrasse in eine Höhe von über 363 m NHN und somit ca. 28 m oberhalb der Tunnelfirste, die hier bei ca. 335 m NHN liegt. Die Überdeckung umfasst dabei die volle Mächtigkeit der Oberen Bunten Mergel.
Etwa 200 m westlich der Trasse vereinigen sich die beiden Seitentäler. Direkt im Unterstrom davon befindet sich ein ca. 10 m hoher Damm als Hochwasserrückhaltebecken. Die Talsohle liegt hier bei 349 m NHN. Anschließend wird der Bach verrohrt entlang der Straße „Wennfelder Garten“ in nördliche Richtung geführt und verläuft erst am Rand des Neckartales nördlich der B 28 wieder als offener Bach in östliche Richtung.
Im Herbst 2020 wurde im Oberlauf der Ramslache im Zulauf zum Hochwasserrückhaltebecken ein minimale Wasserführung von ca. 1 l/min. festgestellt. Im Februar 2021 lag sie in der Größenordnung von 30 l/min.

Blaulach / Wankheimer Talbach

Bei ca. Bau-km 2+600 unterquert die Tunneltrasse das Blaulachtal. Der Quellbereich der Blaulach, auch als Wankheimer Talbach bezeichnet, liegt ca. 1 km weiter östlich, am Ostrand des ehemaligen militärischen Übungsgeländes. Im mittleren Talabschnitt, ca. 250 m östlich, d.h. oberstromig der Tunneltrasse, befindet sich ein alter Hochwasserrückhaltedamm.

Zwischen diesem und dem Bereich der Tunneltrasse ist die Geländeoberfläche des Talraums deutlich durch die ehemalige militärische Nutzung überprägt: So finden sich eine Reihe von talparallelen Wällen und Mulden sowie zahlreiche Mauer- und Fundamentreste. Zudem ist der Bach hier teilweise verrohrt und ist dann nicht offen im Gelände erkennbar. Dies ist vermutlich der Grund, warum in einigen Karten (z.B. Google-Maps) eine „Blaulach-Versickerung“ verzeichnet ist. Wie die detaillierte Gelände-Einsicht zeigt, handelt es sich definitiv nicht um eine Bachversickerung, sondern um eine alte, örtliche Verrohrung des Baches.

Im Bereich der Tunnelquerung liegt das Bachbett auf einer Höhenkote von ca. 337 m NHN im Grenzbereich zwischen dem Kieselsandstein und den Unteren Bunten Mergeln.

Die Tunnelfirste ist hier bei ca. 331 m NHN geplant. Sie liegt nur ca. 6 m unterhalb des Bachbetts, ebenfalls in den Unteren Bunten Mergeln.

Im Unterlauf biegt die Blaulach in nördliche Richtung ein und fließt zunächst offen, ab der Mirabeau-Straße im Französischen Viertel verrohrt weiter, bis sie nördlich der B 28 in die Ramslache einmündet.

Die Wasserführung der Blaulach betrug im Herbst 2020 ca. 3 – 5 l/min. Im Februar 2021 wurde dagegen ein Abfluss in der Größenordnung von 60 – 120 l/min festgestellt.

Bach zwischen Landkutschers Kapf und Burgholz

Im Tal zwischen dem Landkutschers Kapf um Süden und dem Burgholz-Höhenrücken im Norden befindet sich ein kleiner Bachlauf, der zunächst in westliche Richtung fließt. Ca. 100 m östlich der Tunneltrasse bei ca. Bau km 3+000 befindet sich hier ein Hochwasserrückhaltebecken. Anschließend wird der Bach verrohrt in nördliche Richtung unter der B 28 hindurchgeführt und mündet schließlich in die Ramslache.

Der Bach quert die Tunneltrasse nicht, sondern verläuft verrohrt ca. 50 m östlich davon.

Im Herbst 2020 war im Zulauf des Hochwasserrückhaltebeckens kein fließendes Wasser feststellbar, sondern nur eine geringe Vernässung. Im Februar 2021 war ein Abfluss in der Größenordnung von 20 l/min festzustellen.

Im obersten, flachen Teil dieses Tales befindet sich ein aufgestauter kleiner See, der nachfolgend beschrieben wird.

Stillgewässer

In einer Entfernung von ca. 500 m östlich der geplanten Tunneltrasse befindet sich im Oberhang des Landkutschers Kapf ein künstlich angelegter See. Im breiten und flachen Tal ist hier ein Erddamm angelegt, der einen kleinen See aufstaut.

Ein Abfluss des Sees ist nicht erkennbar. Das flache Tal unterhalb (westlich) des Sees ist trocken. Neben diesem kleinen See wurde die Grundwassermessstelle KB24/20 errichtet. In der Bohrung stehen oberflächennah Tonstein-Sandstein-Wechsellagerungen der Stubensandstein-Formation an. Die Grundwassermessstelle ist im Stubensandstein verfiltert. Der Grundwasserstand liegt bei ca. 10 m unter Gelände (bei ca. 368 m NHN).

Vernässungszonen

Die einzigen erkennbaren Vernässungszonen finden sich in der Knollenmergel-Auflage in den oberen Hangbereichen, östlich der Tunneltrasse. Es handelt sich um im Zuge des Wegebaus künstlich aufgestaute kleine Tümpel auf der Hangseite des Forstweges, der von KB06/20 bis östlich KB10/20 auf einer Höhe von ca. 380 bis 400 m NHN in etwa an der Schichtgrenze zwischen Stubensandstein und Knollenmergel verläuft.

6 Grundwasserverhältnisse im Bereich des Schindhaubasistunnels

6.1 Hydrogeologische Einheiten

Nachfolgend werden die hydrogeologischen Einheiten vom Liegenden zum Hangenden auf der Grundlage der durchgeführten Bohrungen und Felduntersuchungen beschrieben.

Grabfeld-Formation (Gipskeuper)

In den Bohrungen wurden nur die obersten 10 – 15 m des insgesamt über 50 m mächtigen Gipskeuper aufgeschlossen. Die Gesteine des Gipskeuper bestehen ursprünglich aus Tonsteinen mit Gips-Zwischenlagen. Wenn in den Bohrungen der Gips noch angetroffen wurde, ist dies ein Hinweis darauf, dass hier kein Grundwasser zirkuliert, das den Gips weglösen würde. Dies betrifft z.B. die Bohrung KB17 (wo ab 30 m Bohrtiefe Gips vorhanden ist) und KB33 (Gips-Führung ab 21 m Bohrtiefe).

In der Bohrung KB19 ist dagegen der Gipskeuper in einer Mächtigkeit von 9 m in Form von plattigem Tonstein ohne Gips aufgeschlossen (Bohrtiefe 51 – 60 m). Hier ist im klüftigen Gestein prinzipiell mindestens eine geringe Grundwasserführung möglich; das Gestein ist hier als Grundwasser-Geringleiter anzusprechen.

Stuttgart-Formation / Schilfsandstein

Der Schilfsandstein ist im unverwitterten Zustand ein harter, dickbankiger Feinsandstein mit Tonstein-Zwischenlagen, wie er z.B. in der Bohrung KB17 aufgeschlossen wurde. Hier sind nur wenige Klüfte vorhanden, die eine Wasserwegsamkeit begründen könnten.
Unter Verwitterungseinfluss wird der Schilfsandstein zunehmend mürbe und zeigt sich im Bohraufschluss plattig und klüftig, z.B. in KB16 in 29 – 32 m Tiefe. Ein Slugtest, der hier durchgeführt wurde, ergab einen k-Wert von 6*E-07 m/s. Die Pumptests an den Grundwassermessstellen KB16, KB21 und KB22, die jeweils im Schilfsandstein verfiltert sind, ergeben k-Werte zwischen 1*E-06 und 5*E-06 m/s.
Die Pumpversuche haben Durchlässigkeitsbeiwerte von k = 3*10E-06 m/s (im Bereich Blaulachtal) bzw. von k = 8*10E-06 m/s (Bereich Nordportal) ergeben.
Zusammenfassend ist der Schilfsandstein als gering ergiebiger Kluft-Grundwasserleiter zu bezeichnen, der gespanntes Grundwasser führt.

Stuttgart-Formation / Dunkle Mergel

Die dunklen Mergel sind überwiegend dünn- bis dickbankig und nur schwach klüftig sowie teilweise gipsführend. Ein Slugtest in KB14 (63 – 66m) ergab einen k-Wert von 9*E-06 m/s. Die Dunklen Mergel weisen in dieser Bohrung Gipslagen auf, so dass davon auszugehen ist, dass das Gestein hier zwar lokal klüftig ist, aber kein Grundwasser führt.

Ein Slugtest in KB19 (41,5 – 44,5 m) ergab einen k-Wert von 2*E-08 m/s. Die Bohrung KB19 ist als 3“-Pegel in den Dunklen Mergeln verfiltert. Der Pumptest lieferte hier kein verwertbares Ergebnis.

Die Dunklen Mergel sind grundsätzlich je nach örtlich vorhandener Klüftung als Grundwasser-Geringleiter bis Grundwasserstauer anzusprechen.

Steigerwald-Formation / Rote Wand; Untere Bunte Mergel

Der geplante Tunnel verläuft über weite Strecken in Gesteinen der Steigerwald-Formation. Die Gesteine der Roten Wand / Untere Bunte Mergel weisen im Untersuchungsgebiet große Unterschiede, insbesondere hinsichtlich ihrer Gipsführung auf.

Im mittleren Tunnelabschnitt (KB09 bis KB15) weisen die unteren ca. 10 – 14 m dieser Formation einen deutlichen Anteil an Gips auf, bis hin zu Gipslagen von mehreren Dezimetern Dicke. Dies ist ein klarer Hinweis darauf, dass hier kein Grundwasser zirkuliert.

Im nördlichen Tunnelabschnitt (KB16 bis KB23) zeigen die Unteren Bunten Mergel mehr oder minder starke Auslaugungs-Strukturen in Form von Residual-Tonen/-Brekzien oder Auslaugungs-Schluffen. Diese Gesteine sind ebenfalls als wasserundurchlässig anzusprechen.

In den Gesteinen der Unteren Bunten Mergel wurden in KB10, KB14 und KB16 insgesamt 5 Slugtests durchgeführt. Die resultierenden k-Werte liegen in der Größenordnung von 4*E-08 bis 4*E-07 m/s.

Die Grundwassermessstelle KB13 ist im Bereich der Unteren Bunten Mergel verfiltert. Hier ließ sich nur eine minimale Wassermenge abpumpen; eine Auswertung des Pumptests war nicht möglich.

Zusammenfassend sind die Gesteine der Unteren Bunten Mergel im Grundsatz als Grundwasser-Geringleiter bis Grundwasserstauer anzusprechen.

Hassberge-Formation / Kieselsandstein

Im mittleren Tunnelabschnitt kommt der Kieselsandstein dicht oberhalb der Tunnelfirste zu liegen, im südlichen Drittel liegt er in etwa auf Höhe der Tunnelsohle.

Der Kieselsandstein ist im unverwitterten Zustand ein dickbankiger bis kompakter, harter Feinsandstein mit kieseligem Bindemittel. Gemäß Bohrkernansprache weist er eine sehr geringe Porosität und eine geringe Klüftigkeit auf.
In drei Bohrungen wurde jeweils ein Slugtest im Kernabschnitt des Kieselsandstein durchgeführt. Die resultierenden k-Werte liegen bei 1*E-06 m/s und 3*E-06 m/s (KB04 und KB06) bzw. bei 1*E-09 m/s (KB10).
Mehrere Grundwassermessstellen sind im Bereich des Kieselsandstein verfiltert (KB01, KB02, KB03, KB06, KB07, KB08, KB10, KB14). Die Auswertung der Pumptests ergibt hier k-Werte in der Größenordnung von 1*E-07 bis 2*E-06 m/s.
Entsprechend dieser umfangreichen Ergebnisse ist der Kieselsandstein als gering ergiebiger Kluft-Grundwasserleiter mit gespanntem Grundwasser anzusprechen.

Mainhardt-Formation / Obere Bunte Mergel

Im südlichen Drittel der Tunnelstrecke bis zum Südportal liegt ein Teil des Tunnelquerschnitts im Bereich der Mainhardt-Formation (Obere Bunte Mergel). Es handelt sich im unverwitterten Zustand um dickbankige, schwach klüftige, feste bis harte Ton-, Schluff- und Mergelsteine. In der Umgebung des Südportals treten diese Gesteine oberflächennah auf und sind dann stärker klüftig.
In drei Bohrungen (KB04, KB06 und KB10) wurden insgesamt 5 Slugtests in den Kernabschnitten der Oberen Bunten Mergel durchgeführt. Die resultierenden k-Werte zeigen eine deutliche Streuung zwischen 3*10E-05 m/s und 5*10E-08 m/s. Die höheren Durchlässigkeiten treten in Kernabschnitten auf, die eine höhere Klüftigkeit aufweisen, wie in Bohrung KB06 im Abschnitt 29,5 – 32,5 m und in Bohrung KB04 im Abschnitt 44 – 47 m.
Die Gesteine der Mainhardt-Formation sind je nach örtlich vorhandener Klüftung insgesamt als Grundwasser-Geringleiter anzusprechen und liegen überwiegend oberhalb des Grundwasserspiegels.

Löwenstein-Formation / Stubensandstein

Die Löwenstein-Formation, eine Wechselfolge aus dickbankigen Sandsteinen und tonig-schluffigen Schichten, liegt im Untersuchungsgebiet durchgehend deutlich über der Höhenlage des Tunnels. Die bindigen Partien der Löwenstein-Formation entsprechen hinsichtlich ihrer hydrogeologischen Eigenschaften weitgehend der Mainhardt-Formation.
In den Sandstein-Schichtpaketen ist – abhängig von der örtlich stark wechselnden Klüftigkeit des Gesteins – mit sehr unterschiedlicher Durchlässigkeit zu rechnen. Slugtests wurden hier nicht

durchgeführt, da sich diese Schichten deutlich oberhalb des Tunnels befinden. Der Pumptest in KB12 ergab einen k-Wert von 1*10E-07 m/s. Andererseits weist die Tatsache, dass während der Bohrungen in den Sandstein-Partien regelmäßig ein starker Spülwasserverlust auftrat, auf zumindest örtlich erheblich höhere Durchlässigkeiten hin.
Die Löwenstein-Formation liegt in weiten Teilen oberhalb des festgestellten Grundwasserspiegels. In den Sandstein-Schichtpaketen können örtlich schwebende Grundwasserhorizonte vorhanden sein.

Trossingen-Formation (Knollenmergel)

Im Hangenden der Löwenstein-Formation sind auf den Hügelkuppen im Trassenbereich teilweise bindige Deckschichten vorhanden, die als Verwitterungszone der Trossingen-Formation / Knollenmergel anzusprechen sind. Diese bindigen Gesteine weisen eine sehr geringe Durchlässigkeit auf. In dieser stratigraphischen Einheit, die weit oberhalb des Tunnels liegt, wurden keine Bohrlochuntersuchungen durchgeführt.
Hydrologisch ist diese Formation als stauende Deckschicht von Bedeutung, die aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeit die örtliche Grundwasserneubildung minimiert.

Quartär / Steinlachtal

Am Rand des Steinlachtals, südlich des geplanten Südportals, befindet sich ein quartärer Schuttfächer mit einem gering mächtigen und gering ergiebigen Poren-Grundwasserleiter aus tonigen Kiesen. Beim Klarpumpen konnte hier in der GWM KB48/20 nur eine minimale Förderrate erzielt werden. Die Auswertung des GW-Wiederanstiegs ergibt einen k-Wert von 3*10E-06 m/s.

Quartär / Neckartal

Im Neckartal, nördlich des geplanten Nordportals, liegt ein ausgedehnter kiesig-sandiger Poren-Grundwasserleiter vor. Die Grundwassermessstelle KB41/20 konnte mit einer Förderrate von 1,1 l/s bepumpt werden bei einer Wasserstandsabsenkung von 1,4 m. Die Auswertung des Pumptests ergab einen k-Wert von 7*10E-04 m/s.
Am Rand des Neckartals nehmen die Mächtigkeit und die Durchlässigkeit der quartären Kiese deutlich ab: In KB27 und KB33 geht die Schichtdicke auf 2,4 m bzw. 1,6 m zurück und die Durchlässigkeit nimmt stark ab.
Infolge der Überdeckung durch Auelehmschichten liegen überwiegend gespannte Grundwasserverhältnisse vor.

6.2 Grundwasserverhältnisse entlang der Tunneltrasse / Grundwasserstockwerke

Nachfolgend werden die Grundwasserverhältnisse entlang der Tunneltrasse – am Südportal beginnend bis zum Nordportal beschrieben.

6.2.1 Grundwasserverhältnisse am Südportal

In der Umgebung des Südportals befinden sich die Grundwassermessstellen KB01/20, KB02/20 und KB03/20, die jeweils im Kieselsandstein verfiltert sind, sowie angrenzend am Rand des Steinlachtales die Quartär-Grundwassermessstelle B1-11/06.

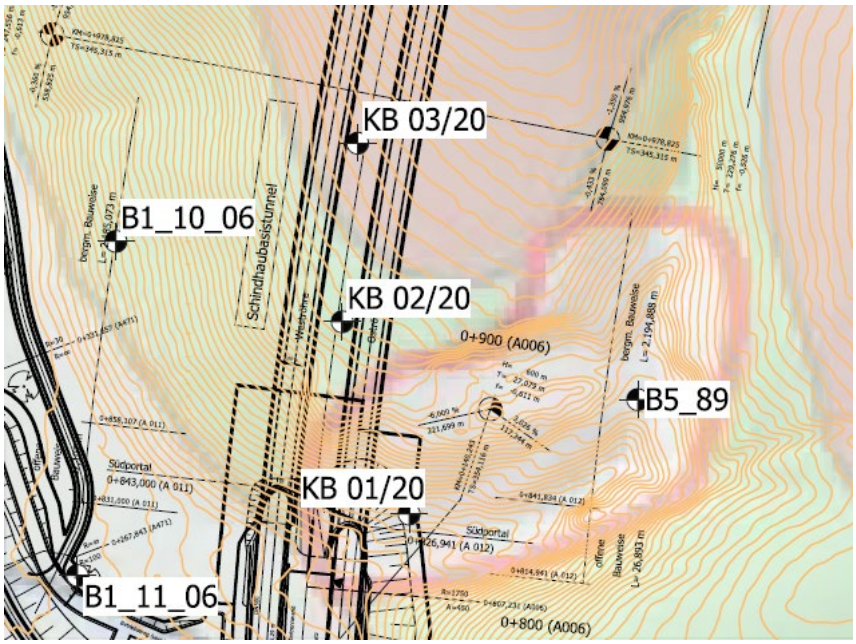


Abbildung 6-1: Lageplan-Ausschnitt der Grundwassermessstellen im Bereich des Südportals.

Die Höhenbeziehungen zwischen dem geplanten Tunnelbauwerk, dem Kieselsandstein als Grundwasserleiter und den im Juli 2021 gemessenen Grundwasserständen sind in **Tabelle 6-1** zusammengestellt. Der Kieselsandstein kommt mit ca. 341 – 344 m NHN ungefähr auf der Höhe der Tunnelsohle zu liegen. Der im bisherigen Untersuchungszeitraum von März 2021 bis Mai 2022 maximal festgestellte Grundwasserstand liegt in allen drei Grundwassermessstellen auf einer ähnlichen Höhe (345 bis 347 m NHN) und damit ca. 2 m bis 5 m oberhalb der Tunnelsohle, welche gleichzeitig in etwa die Geländehöhe am Rande des Steinlachtales ist. In den drei Grundwassermessstellen war nur eine minimal ergiebige Wasserführung festzustellen, so dass hier keine Pumpversuche durchgeführt werden konnten.

Der Grundwasserspiegel liegt nur zeitweise über der Oberkante des Kieselsandsteins; das heißt, dass hier nur bei hohen Wasserständen gespanntes Grundwasser vorliegt und es sich ansonsten um einen freien Grundwasserspiegel handelt. Demnach ist beim Auffahren des Tunnels hier nur mit einem geringen Grundwasserandrang aus dem Gebirge zu rechnen.

Tabelle 6-1: Höhenverhältnisse von Tunnelbauwerk und Grundwasser im Bereich des Südportals.

	KB01/20	**KB02/20**	**KB03/20**
ca.-Bau-km	ca. 0+830 (Südportal)	ca. 0+900	ca. 0+960
Tunnelfirste (m NHN)	ca. 353	ca. 352,5	ca. 352
Tunnelsohle (m NHN)	ca. 343	ca. 342	ca. 341,5
Oberkante Kieselsandstein (m NHN)	343,5	344	343
Unterkante Kieselsandstein (m NHN)	341,4	342,4	341
Grundwasserstand, 05.07.2021 (m NHN)	345,2	345,1	346,7

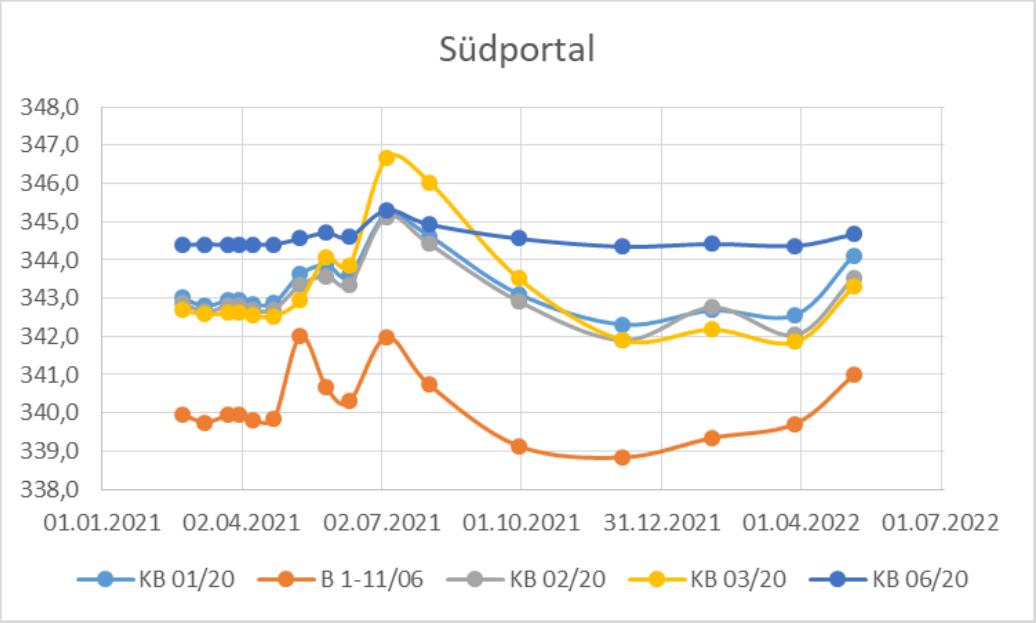


Abbildung 6-2: Ganglinien-Darstellung der Grundwasserstandsmessungen im Bereich des Südportals.

An den Grundwassermessstellen werden turnusmäßige Messungen durchgeführt (im Zuge der Bohrkampagne durch die LGA, anschließend Weiterführung durch das RP Tübingen). **Abbildung 6-2** zeigt die Ergebnisse der bisherigen Grundwasserstandsmessungen im Bereich des Südpor-

tals im Überblick. Es ist zu erkennen, dass die Grundwasserstände im Laufe der Messreihe deutlichen Schwankungen im Bereich von mehreren Metern unterliegen: Nach ergiebigen Niederschlägen Anfang Juli 2021 werden die bislang höchsten Grundwasserstände gemessen. Grundsätzlich muss davon ausgegangen werden, dass in niederschlagsreichen Jahren noch höhere Grundwasserstände erreicht werden können.

6.2.2 Grundwasserverhältnisse im Bereich des Baches am Hühneracker Kapf

Zwischen ca. Bau-km 1+200 und 1+700 verläuft die Trasse nahe neben dem tief eingeschnittenen Seitental der Steinlach, in dem der „Bach am Hühneracker Kapf“ fließt. Die hydrogeologischen Verhältnisse wurden hier mit zahlreichen Grundwassermessstellen erkundet, die jeweils im Kieselsandstein verfiltert sind.

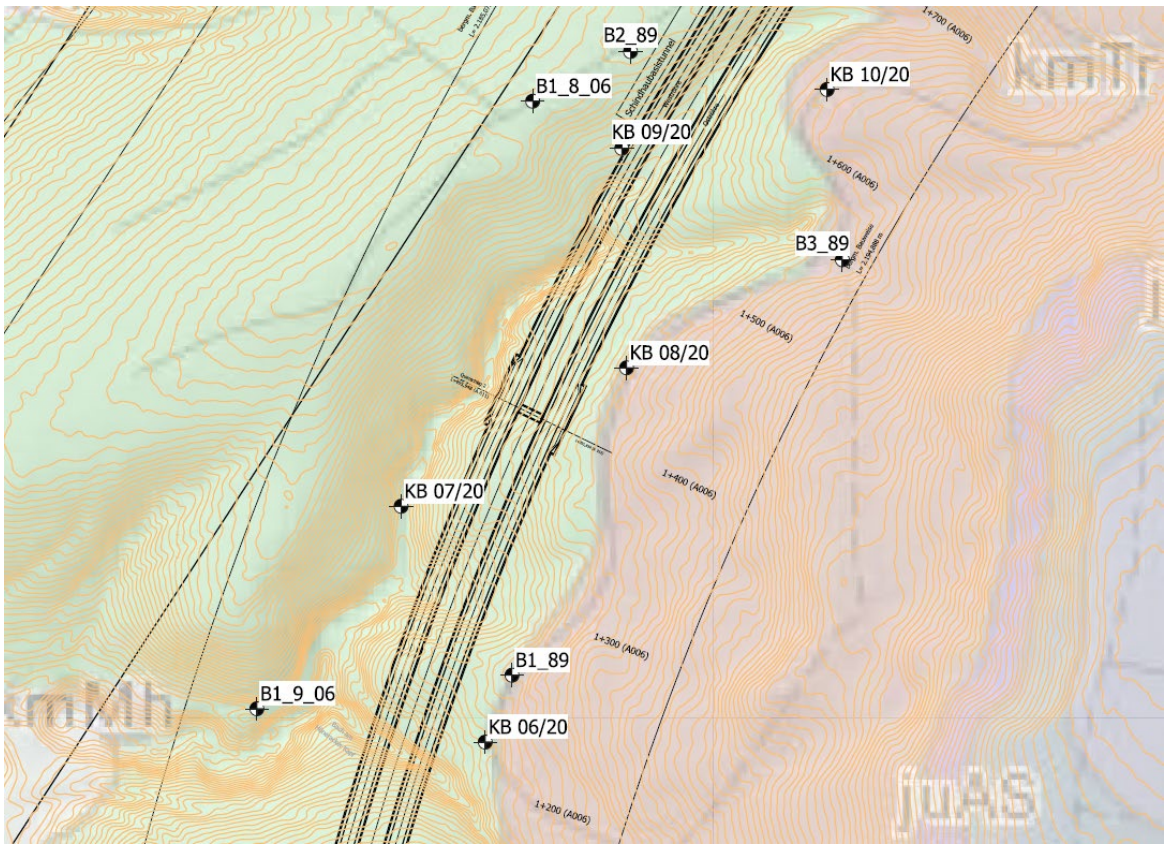


Abbildung 6-3: Lageplan-Ausschnitt der Grundwassermessstellen im Bereich des Baches am Hühneracker Kapf.

Die Höhenbeziehungen zwischen dem geplanten Tunnelbauwerk, dem Kieselsandstein als Grundwasserleiter und den im Juli 2021 gemessenen Grundwasserständen sowie der Höhenlage der Talachse sind in **Tabelle 6-2** zusammengestellt. Der Kieselsandstein liegt bei ca. 334 bis 338 m NHN und kommt damit zwischen KB06/20 und KB07/20 dicht unterhalb der Tunnelsohle zu liegen. Da die Tunnelachse nach Norden hin absinkt, während der Kieselsandstein annähernd auf gleicher Höhe bleibt, kommt der Kieselsandstein bei KB10/20 ca. in der Tunnelmitte zu liegen.

Tabelle 6-2: Höhenverhältnisse von Tunnelbauwerk und Grundwasser im Bereich des Baches am Hühneracker Kapf.

	KB06/20	**B1-9/06**	**KB07/20**	**KB08/20**	**KB10/20**
ca.-Bau-km	1+200	1+200	1+330	1+440	1+650
Tal-Achse (m NHN)	ca. 360	ca. 360	ca. 362	ca. 368	ca. 384
Tunnelfirste (m NHN)	ca. 349	ca. 349	ca. 347	ca. 346	ca. 344
Tunnelsohle (m NHN)	ca. 339	ca. 339	ca. 337	ca. 335	ca. 333
Oberkante Kieselsandstein (m NHN)	338,8	341,7	338,9	335,7	338,4
Unterkante Kieselsandstein (m NHN)	334,6	340,1	334,6	332,9	336,4
Grundwasserstand, 05.07.2021 (m NHN)	345,3	355,8	353,1	361,7	354,7

Der am Stichtag 05.07.2021 festgestellte Grundwasserstand liegt in KB06/20 mit 345 m NHN in etwa auf Höhe der Tunnelmitte; in den übrigen Grundwassermessstellen liegt er mit 353 – 362 m NHN um etwa 6 – 16 m höher als die Tunnelfirste. In allen Fällen handelt es sich um gespanntes Grundwasser im Kieselsandstein. Das Druckniveau liegt 7 – 26 m über der jeweiligen Oberkante des Kieselsandsteins.

An den Grundwassermessstellen werden turnusmäßige Messungen durchgeführt (im Zuge der Bohrkampagne durch die LGA, anschließend Weiterführung durch das RP Tübingen). **Abbildung 6-4** zeigt die Ergebnisse der bisherigen Grundwasserstandsmessungen im Bereich des Hühneracker Kapf im Überblick. die Grundwasserstände in den einzelnen Messstellen schwanken im Beobachtungszeitraum jeweils um mehrere Meter. Die höchsten Grundwasserstände werden in den meisten Messstellen nach den Starkniederschlägen im Juli 2021 erreicht.

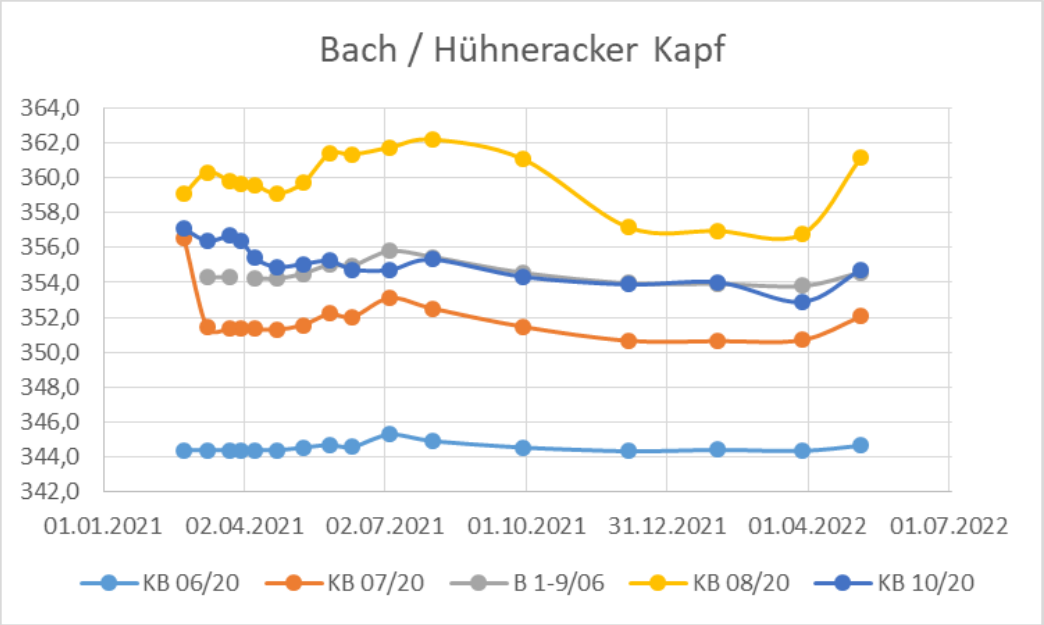


Abbildung 6-4: Ganglinien-Darstellung der Grundwasserstandsmessungen im Bereich des Hühneracker Kapf.

Ausweislich der Slugtests und Pumptests liegt die Durchlässigkeit des Kieselsandsteins in der Größenordnung von 10E-07 bis 10E-06 m/s. Demnach ist damit zu rechnen, dass ein anfänglicher Grundwasserandrang nach der Entspannung des Grundwasserleiters rasch nachlässt.

Der Bach am Hühneracker Kapf wies zwischen Oktober 2020 und März 2021 durchgehend eine Wasserführung auf. Das Bach-Niveau in der Talachse liegt zumeist mehr als 10 m höher als das Grundwasserdruckniveau des Kieselsandsteins. Durch das mächtige Schichtpaket der wasserstauenden Oberen Bunten Mergel liegt offensichtlich ein hydraulischer Sperrhorizont zwischen dem Oberflächenwasser und dem Grundwasser des Kieselsandsteins vor.

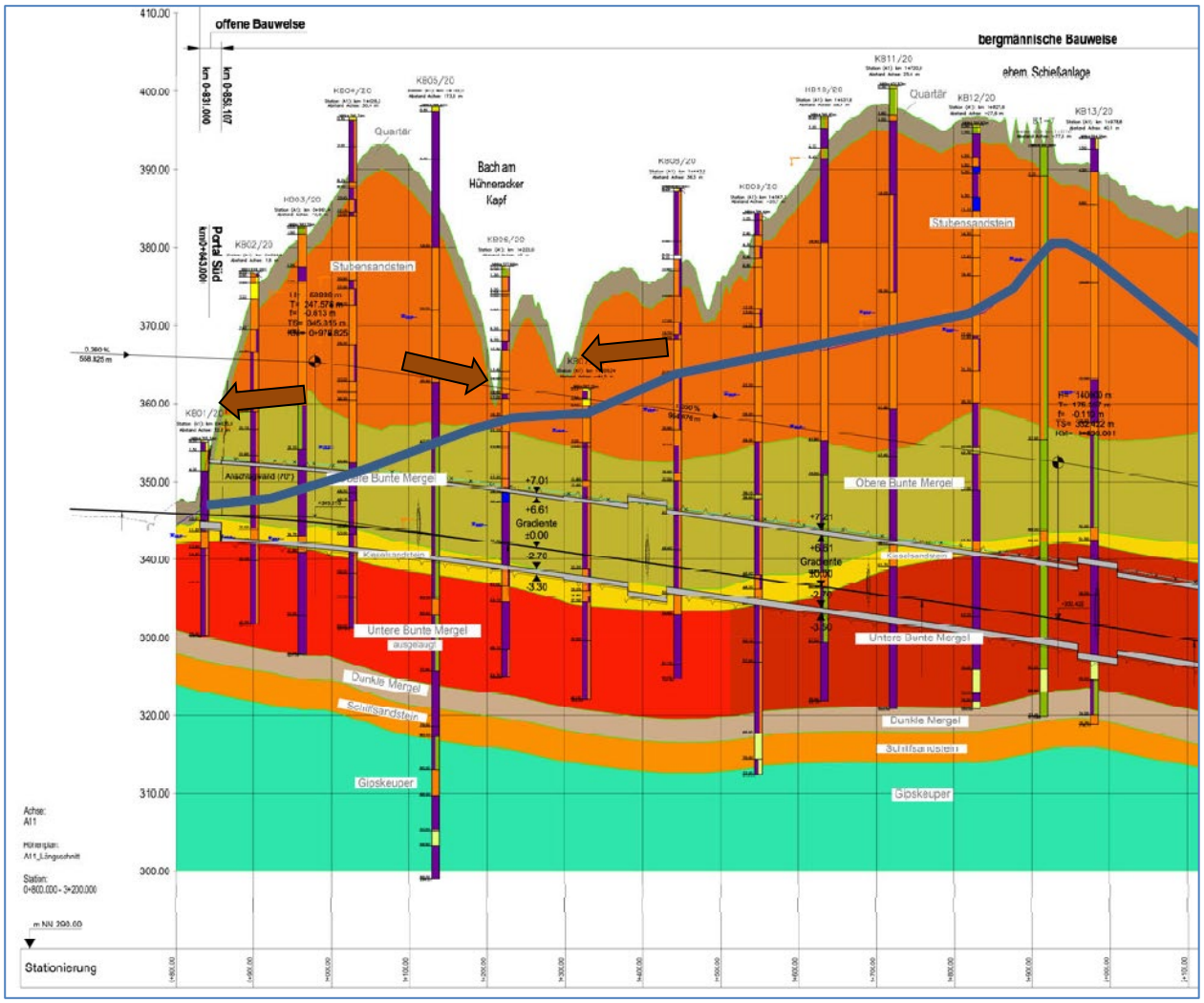


Abbildung 6-5: Geologischer Längsschnitt der südlichen Tunnelhälfte (verkleinerter Ausschnitt aus Anlage 2) mit Darstellung der Bemessungswasserdrucklinie (blaue Linie).

Abbildung 6-5 zeigt einen Ausschnitt aus dem geologischen Längsprofil mit den wesentlichen hydrogeologischen Zusammenhängen im Bereich der südlichen Tunnelstrecke.

- Der Kieselsandstein-Grundwasserleiter (gelb dargestellte Schicht) verläuft vom Südportal bis zum Bereich des Baches am Hühneracker Kapf in etwa auf Höhe der Tunnelsohle und steigt anschließend sukzessive bis über die Tunnelfirste an.
- Die blaue Linie zeigt die Höhe des hydraulischen Potenzials im gespannten Kieselsandstein-Grundwasserleiter.
- Die braunen Pfeile markieren schematisch die Exfiltration von Grundwasser aus den höher gelegenen Grundwasser-führenden Sandsteinschichten des Stubensandsteins, die sich in Form von Vernässungszonen in den Seitentälern zeigt.

6.2.3 Grundwasserverhältnisse im mittleren Tunnelabschnitt

Zwischen ca. Bau-km 1+700 und 2+500 unterquert die Tunneltrasse den ausgedehnten Höhenrücken des Schindhau. Die hydrogeologischen Verhältnisse wurden hier mit insgesamt 5 Grundwassermessstellen erkundet, die in unterschiedlichen Grundwasserhorizonten verfiltert sind (Rote Wand; Kieselsandstein; Stubensandstein).

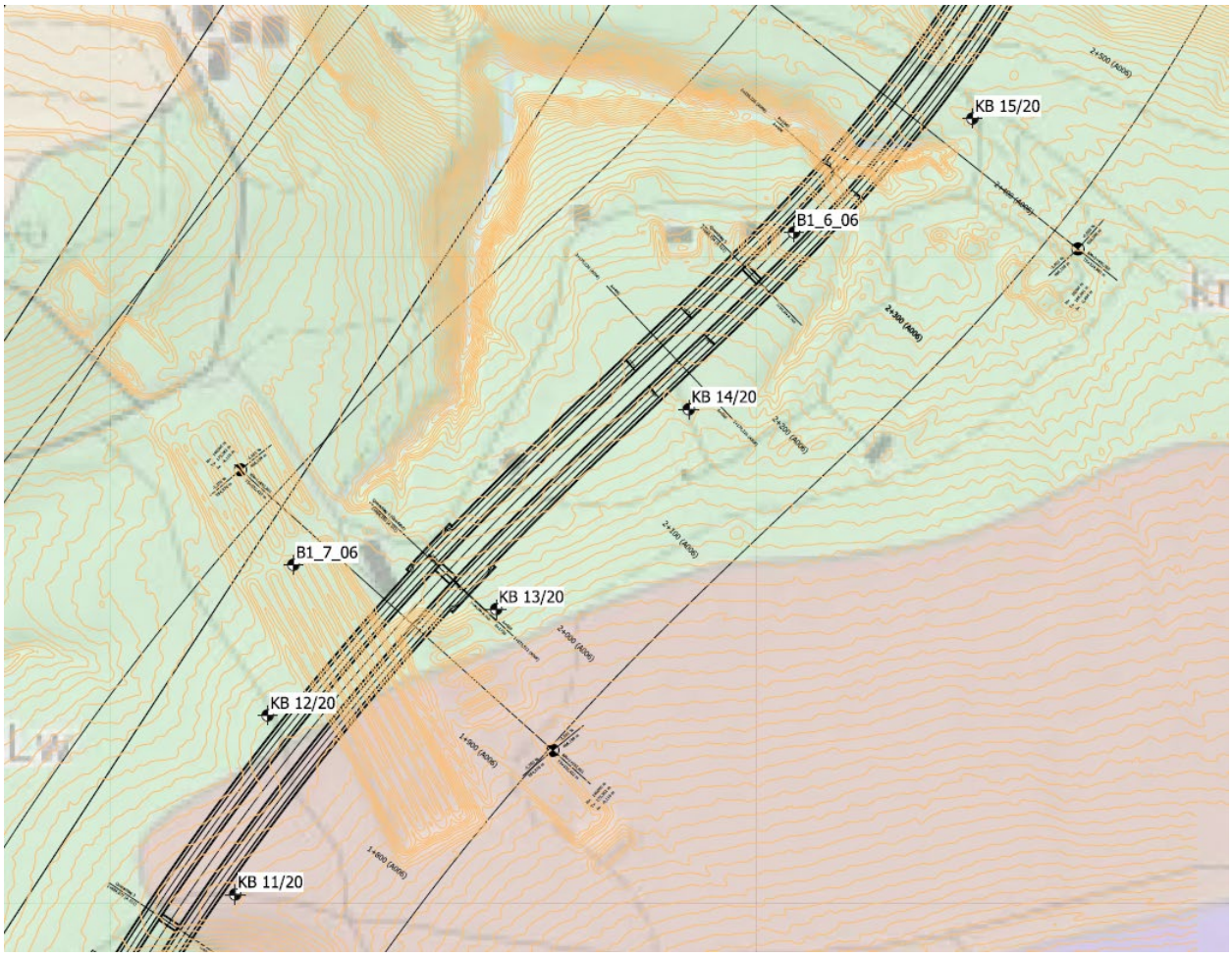


Abbildung 6-6: Lageplan-Ausschnitt der Grundwassermessstellen im mittleren Tunnelabschnitt.

Der Kieselsandstein liegt hier in etwa auf Höhe der Tunnelfirste bzw. dicht darüber und ist insofern ein wichtiger Horizont, der von den Grundwassermessstellen KB14/20 und B1-7/06 erschlossen wird. Die Grundwassermessstelle KB13/20 ist im Bereich der Unteren Bunten Mergel / Rote Wand auf Höhe des Tunnelquerschnitts verfiltert. Hier ist der Querschlag 4 / Überfahrt geplant. Die

Grundwassermessstellen KB12/20 und KB15/20 dienen zur Erkundung des hangenden Grundwasserstockwerks im Stubensandstein. Die Höhenbeziehungen zwischen dem geplanten Tunnelbauwerk und den Grundwasserständen sind in **Tabelle 6-3** zusammengestellt.

Tabelle 6-3: Höhenverhältnisse von Tunnelbauwerk und Grundwasser im mittleren Tunnelabschnitt.

	KB12/20	B1-7/06	KB13/20	KB14/20	KB15/20
ca.-Bau-km	1+830	1+900	1+980	2+160	2+420
Geländehöhe (m NHN)	396	393	394	388	378
Unterkante Stubensandstein (m NHN)	360	355	356	361	357
Oberkante Kieselsandstein (m NHN)	342,3	343,7	344,1	342,3	338,3
Unterkante Kieselsandstein (m NHN)	340,8	342,3	342,6	340,3	336,7
Tunnelfirste (m NHN)	341	340	340	336	332
Tunnelsohle (m NHN)	330	329	327	325	321
GW (Stubensst.) 05.07.2021 (m NHN)	363,4	-	-	-	< 353
GW (Kieselsst.) 05.07.2021 (m NHN)	-	378,4	-	355,7	-
GW (Rote Wand) 05.07.2021 (m NHN)	-	-	362	-	-

Die Tabelle lässt folgendes erkennen:

Der Tunnel verläuft hier im mittleren Abschnitt in einer Tiefe von ca. 50 – 60 m unter Gelände. Das Deckgebirge besteht aus einer Wechselfolge von mehr oder minder grundwasserführenden Schichten:

Der Stubensandstein ist als Kluftgrundwasserleiter anzusprechen. Dessen Unterkante liegt mit 355 – 363 m NHN ca. 20 m oberhalb des Tunnels. In KB12/20 ist hier ein freier Grundwasserspiegel mit 363,4 m NHN gemessen worden. Die bis zur Tiefe von 25 m (entspricht 353 m NHN) im Stubensandstein ausgebaute Grundwassermessstelle KB15/20 war trocken; demnach führt der Stubensandstein hier, vermutlich wegen der Nähe zu den tief eingeschnittenen Tälern (Blaulachtal und Tal der Ramslache), kein Grundwasser.

Die Grundwassermessstelle KB14/20 ist im Kieselsandstein verfiltert. Hier ist ein gespanntes Grundwasser vorhanden, dessen Potenzial sich bei 356 m NHN einstellt (und damit ca. 20 m über der Tunnelfirste liegt). Die Grundwassermessstelle B1-7/06 ist nach den Unterlagen im Kieselsandstein und den Oberen Bunten Mergeln verfiltert. Hier ist mit 378 m NHN ein deutlich höherer Grundwasserstand vorhanden.

Die im Bereich der als Grundwasser-Geringleiter anzusprechenden Unteren Bunten Mergel / Rote Wand verfilterte Grundwassermessstelle KB13/20 zeigt einen Druckwasserspiegel von 362 m NHN.

An den Grundwassermessstellen werden turnusmäßige Messungen durchgeführt (im Zuge der Bohrkampagne durch die LGA, anschließend Weiterführung durch das RP Tübingen). **Abbildung 6-7** zeigt die Ergebnisse der bisherigen Grundwasserstandsmessungen im Überblick. Es ist zu erkennen, dass die Grundwasserstände in einzelnen Messstellen erheblichen Schwankungen unterliegen.

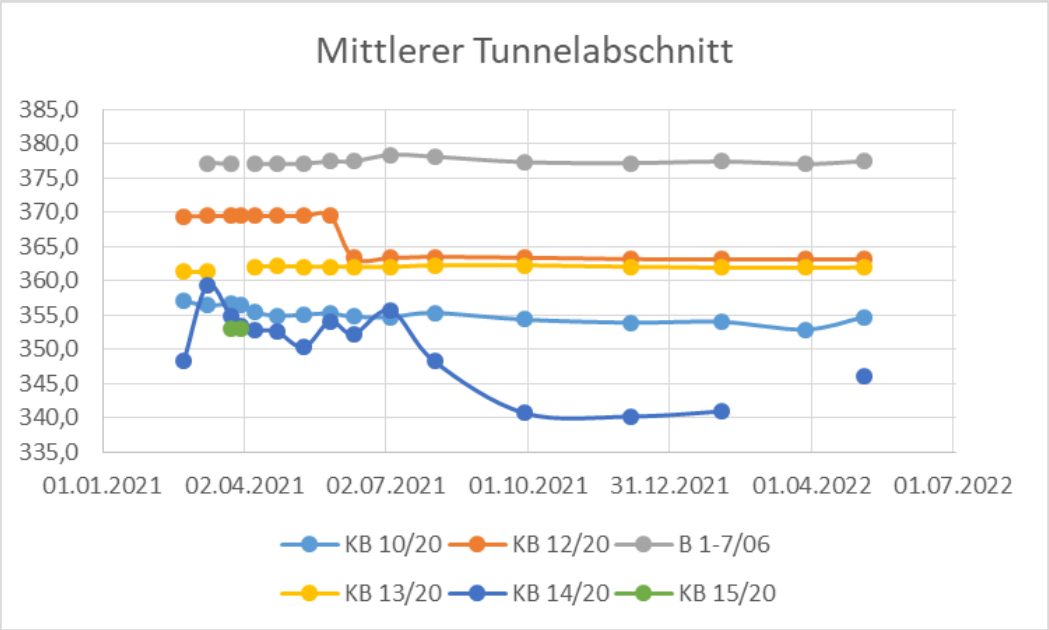


Abbildung 6-7: Ganglinien-Darstellung der Grundwasserstandsmessungen im mittleren Tunnelabschnitt.

Grundsätzlich ist im mittleren Tunnelabschnitt von ca. km 1+600 bis 2+300 mit einem gering ergiebigen freien Grundwasserstockwerk im Stubensandstein zu rechnen. Zwischen dem Stubensandstein und der Tunneltrasse befindet sich das ca. 15 m dicke Gesteinspaket der Oberen Bunten Mergel, die als stauende, hydraulisch trennende Schicht zwischen dem Tunnel und dem Stubensandstein anzusprechen sind.
Der Kieselsandstein, der im Bereich der Tunnelfirste bzw. wenige Meter darüber ansteht, ist als gering ergiebiger Grundwasserleiter anzusprechen, der gespanntes Grundwasser führt. Es ist mit einem Druckwasserspiegel von im Ruhezustand 20 – 40 m über der Firste zu rechnen. Es handelt

sich jedoch grundsätzlich um ein gering ergiebiges Grundwasserstockwerk. Nach erfolgter Entspannung ist auf Dauer nur mit einem geringen Wasserandrang zu rechnen. Auch die Unteren Bunten Mergel führen geringe Mengen von gespanntem Grundwasser. Der Druckwasserspiegel stellt sich hier bei ca. 20 m über der Tunneltrasse ein. Hier ist ebenfalls nur mit einem geringen Wasserandrang zu rechnen.
Die Bemessungswasserdrucklinie ist in den **Abbildungen 6-5 und 6-12** eingetragen und kann im Detail dem Tunnellängsschnitt der Anlage 2 entnommen werden.

6.2.4 Grundwasserverhältnisse im Bereich des Blaulachtales

Bei ca. Bau-km 2+600 unterquert die Tunneltrasse das Blaulachtal (auch als Landgraben oder Wankheimer Talbach bezeichnet). Die hydrogeologischen Verhältnisse wurden hier mit insgesamt vier Grundwassermessstellen erkundet, von denen zwei auf der südlichen Talseite liegen (KB16/20 und B1-5/06) und zwei auf der nördlichen Talseite (KB17/20 und KB18/20). Drei der Grundwassermessstellen sind im Schilfsandstein verfiltert. Die flache Grundwassermessstelle KB18/20 dient zur Erkundung einer oberflächennahen Grundwasserführung.

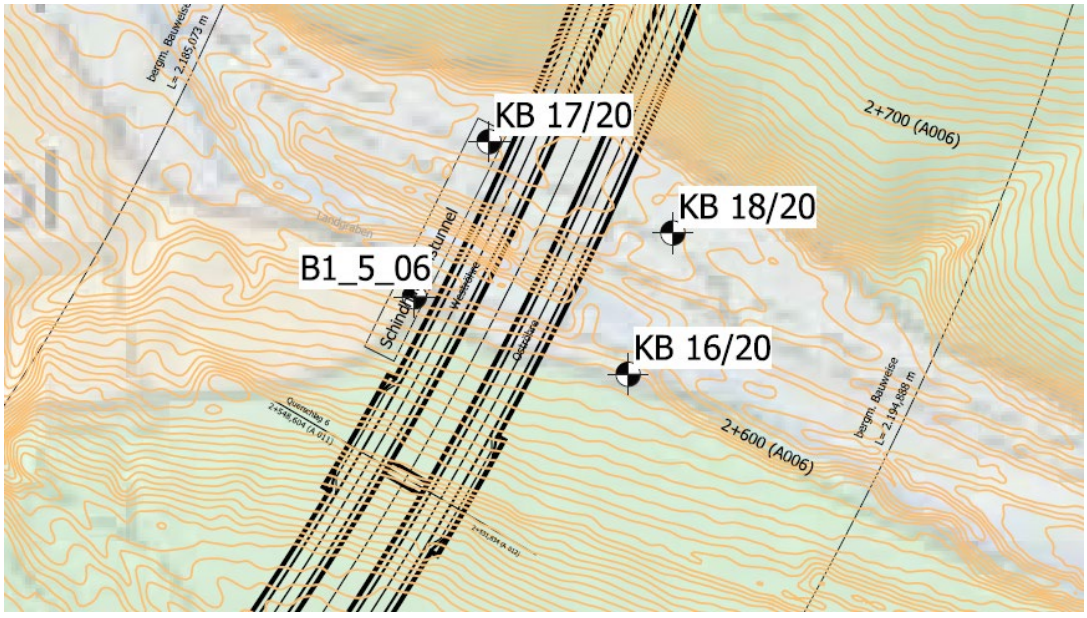


Abbildung 6-8: Lageplan-Ausschnitt der Grundwassermessstellen im Bereich des Blaulachtals.

Die Höhenbeziehungen zwischen dem geplanten Tunnelbauwerk, dem Schilfsandstein als Grundwasserleiter und den im Juli 2021 gemessenen Grundwasserständen sind in **Tabelle 6-4** zusammengestellt.

Die Oberkante des Schilfsandstein wurde in den Bohrungen zwischen 317 und 320 m NHN festgestellt und somit dicht unter dem Niveau der Tunnelsohle. Das Bachbett liegt auf einer Höhe von ca. 337 m NHN und damit ca. 6 m über der Tunnelfirste.

Tabelle 6-4: Höhenverhältnisse von Tunnelbauwerk und Grundwasser im Bereich Blaulachtal.

	KB16/20	**B1-5/06**	**KB17/20**	**KB18/20**
ca.-Bau-km	2+600	2+600	2+650	2+650
Geländehöhe (m NHN)	345	343	339	342
Tunnelfirste (m NHN)	331	331	330	330
Tunnelsohle (m NHN)	321	321	321	320
Oberkante Schilfsandstein (m NHN)	317	318	320	-
GW (Schilfsst.) 05.07.2021 (m NHN)	327,2	329,7	315.6	336,5 *)

*) in KB18/20: oberflächennahes Grundwasser in flacher GWM.

Die Blaulach wies im Untersuchungszeitraum Oktober 2020 bis März 2021 durchgehend eine Wasserführung auf. Das Bachbett befindet sich geologisch in den Unteren Bunten Mergeln, die zwischen KB16/20 und KB18/20 stellenweise aufgeschlossen sind. Stellenweise ist der Bach verdolt und die Geländeoberfläche (im Zuge der früheren militärischen Nutzung) umgestaltet. Das in KB18/20 festgestellte oberflächennahe Grundwasser liegt mit ca. 336 m NHN auf einer ähnlichen Höhenkote wie das Bachbett (bei ca. 337 m NHN). Es ist als minimal ergiebiges Grundwasserstockwerk in der überwiegend bindigen Talfüllung des Blaulachtals anzusprechen.

Die Grundwassermessstellen KB16/20 und KB17/20 sind im Schilfsandstein verfiltert; die Grundwassermesstelle B1-5/06 erfasst zusätzlich auch die Dunklen Mergel und den unteren Teil der Unteren Bunten Mergel. Auf der südlichen Talseite (KB16/20 und B1-5/06) liegt im Schilfsandstein gespanntes Grundwasser vor, das sich ca. 10 m oberhalb der Oberkante des Schilfsandstein, bzw. dicht unter dem Niveau der Tunnelfirste einstellt.

Abweichend davon zeigt die im gleichen stratigraphischen Niveau verfilterte Grundwassermessstelle KB17/20 auf der nördlichen Talseite einen um ca. 12 m niedrigeren Grundwasserstand von ca. 315 m NHN. Damit liegt der Grundwasserstand hier auf einem ähnlichen Niveau wie im Schilfsandstein-Grundwasserleiter im Bereich des Nordportals.

Der Pumpversuch in KB16/20 (vgl. Kapitel 5.3) ergab einen k-Wert von 3*10E-06 m/s und es wurde festgestellt, dass die Beobachtungs-GWM nicht auf das Abpumpen reagierten.

Aus diesen Befunden ergibt sich, dass im Schilfsandstein/ Dunkle Mergel im Bereich des Blaulachtals ein gering ergiebiges gespanntes Kluftgrundwasserstockwerk vorliegt. Nach erfolgter Entspannung des Grundwassers ist bauzeitlich nur mit einem geringen Grundwasserandrang zu rechnen.

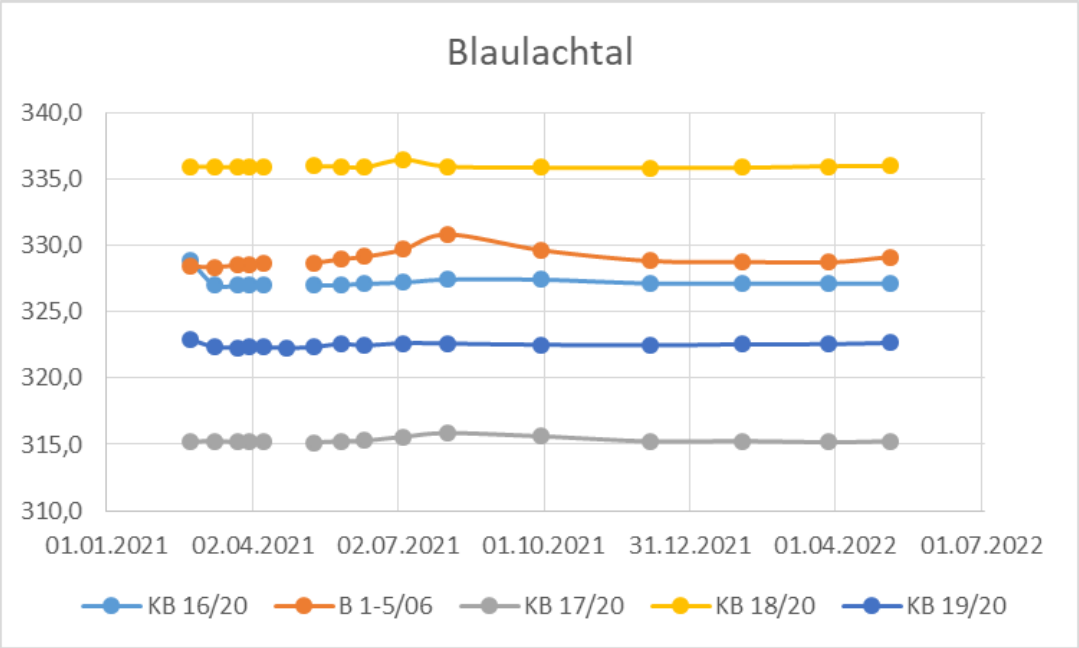


Abbildung 6-9: Ganglinien-Darstellung der Grundwasserstandsmessungen im Bereich des Blaulachtals.

An den Grundwassermessstellen werden turnusmäßige Messungen durchgeführt (im Zuge der Bohrkampagne durch die LGA, anschließend Weiterführung durch das RP Tübingen). **Abbildung 6-9** zeigt die Ergebnisse der bisherigen Grundwasserstandsmessungen im Bereich des Blaulachtales. Die Ganglinien zeigen im Beobachtungszeitraum Schwankungen von bis zu ca. 2 m.

6.2.5 Grundwasserverhältnisse im Bereich des Nordportals

Zwischen ca. Bau-km 2+700 und km 3+100 unterfährt der Tunnel den Landkutschers Kapf und endet anschließend mit dem Nordportal am Südostrand von Tübingen, am Rand des Neckartales. Die bergmännische Bauweise ist bis ca. km 3+040 geplant; für den letzten Teil der Tunnelstrecke ist die offene Bauweise vorgesehen.

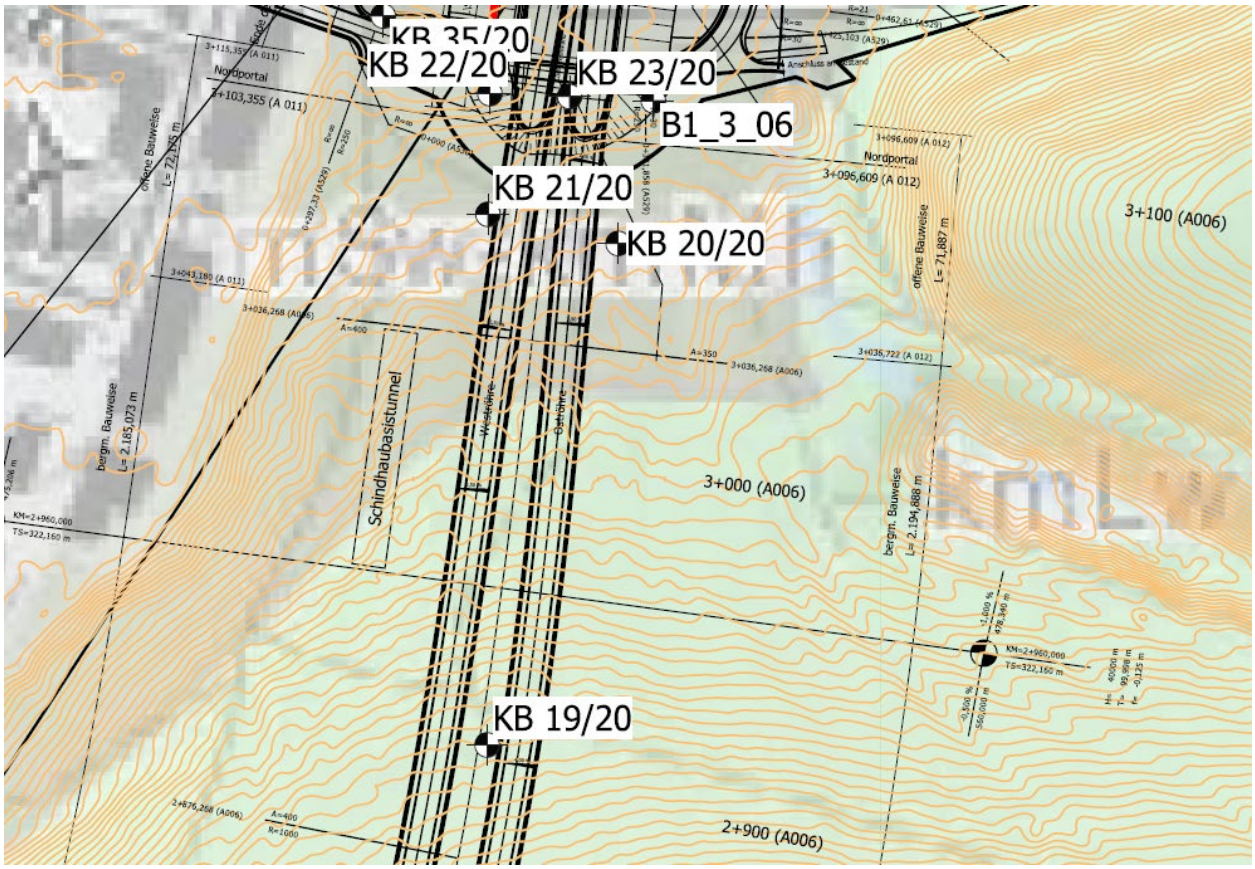


Abbildung 6-10: Lageplan-Ausschnitt der Grundwassermessstellen im Bereich des Nordportals.

Am Nordhang des Landkutschers Kapf befindet sich die Grundwassermessstelle KB19/20, die in den Dunklen Mergeln verfiltert ist. In der Umgebung des Nordportals befinden sich die jeweils im Schilfsandstein verfilterten Grundwassermessstellen KB20/20 bis KB22/20 sowie B1-3/06. Die Höhenbeziehungen zwischen dem geplanten Tunnelbauwerk, dem Schilfsandstein als Grundwasserleiter sowie den Grundwasserständen sind in **Tabelle 6-5** zusammengestellt.

Tabelle 6-5: Höhenverhältnisse von Tunnelbauwerk und Grundwasser im Bereich des Nordportals.

	KB19/20	KB20/20	KB21/20	KB22/20	B1-3/06
ca.-Bau-km	2+900	3+070	3+070	3+110	3+110
Geländehöhe (m NHN)	360	333	330	324	328
Tunnelfirste (m NHN)	330	328	328	-	-
Tunnelsohle (m NHN)	319	319	319	318	318
Unterkante Kieselsandstein	331	330	-	-	-
Oberkante Schilfsandstein	313	311	310	311	312
GW (Schilfsst.) 05.07.2021 (m NHN)	322,6 *)	314,4	315,3	315,0	316,1

*) Bei KB19/20: Filterstrecke oberhalb des Schilfsandsteins in den Dunklen Mergeln.

Als oberer potenzieller Grundwasserleiter wurde in den Bohrungen KB19/20 und KB20/20 der Kieselsandstein auf einem Höhenniveau von ca. 331 bzw. 330 m NHN und somit dicht oberhalb der Tunnelfirste angetroffen. Bei KB20/20 steht der Kieselsandstein bereits oberflächennah an (bis 3 m unter Gelände); in den weiteren Bohrungen im tiefer gelegenen Gelände ist er nicht mehr vorhanden. Im Bereich Nordportal wurde keine Grundwassermessstelle im Kieselsandstein ausgebaut, da hier aufgrund der Geologie und der morphologischen Gegebenheiten davon auszugehen ist, dass ein eventuell temporär vorhandenes Bergwasser rasch seitlich an den Hügelflanken entwässert.

In der Grundwassermessstelle KB19/20 liegt die Filterstrecke oberhalb des Schilfsandstein in den Dunklen Mergeln. Der Grundwasserstand wurde hier bei 322 m NHN festgestellt und liegt damit oberhalb der Tunnelsohle.

Die Grundwasserstände im Schilfsandstein in den vier Grundwassermessstellen in der Nähe des Nordportals liegen bei ca. 314 - 316 m NHN. Damit liegt das Grundwasser um 2 – 4 m tiefer als die Tunnelsohle.

Das Quartär-Grundwasser am Rand des Neckartales wurde in den für den Bauabschnitt Tübinger Kreuz errichteten Grundwassermessstellen bei ca. 313 – 314 m NHN festgestellt.

Zusammenfassend ist im Bereich des Nordportals erst ca. 2 – 4 m unterhalb der geplanten Tunnelsohle im Schilfsandstein ein zusammenhängendes Grundwasserstockwerk vorhanden. Im Bereich der offenen Bauweise ist allenfalls mit geringfügigen Hangwasser- oder Schichtwasser-Zutritten zu rechnen.

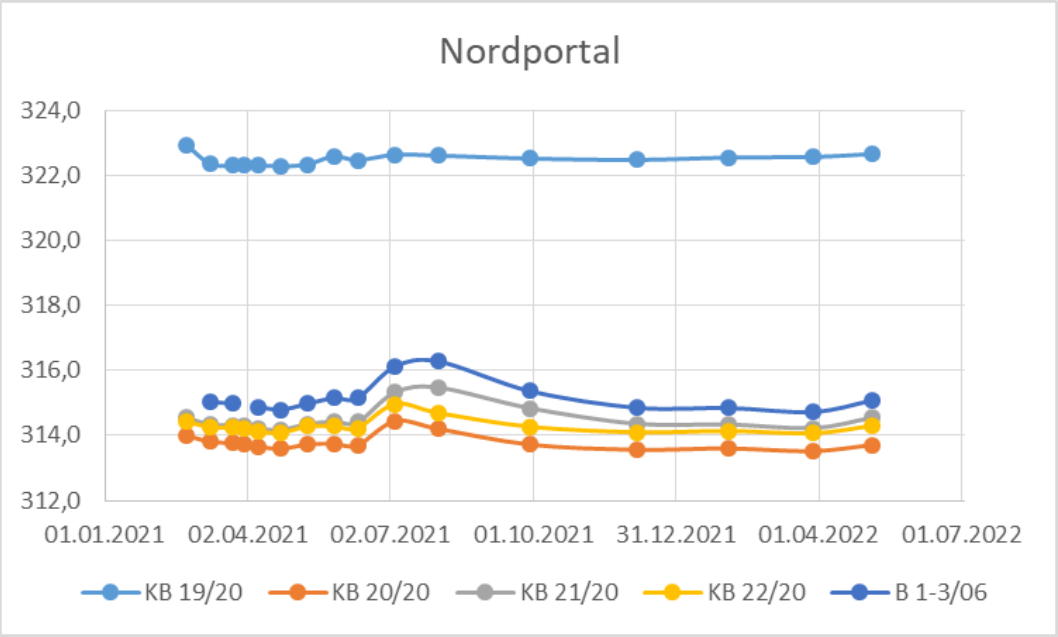


Abbildung 6-11: Ganglinien-Darstellung der Grundwasserstandsmessungen im Bereich des Nordportals.

An den Grundwassermessstellen werden turnusmäßige Messungen durchgeführt (im Zuge der Bohrkampagne durch die LGA, anschließend Weiterführung durch das RP Tübingen). **Abbildung 6-11** zeigt die Ergebnisse der bisherigen Grundwasserstandsmessungen im Bereich des Nordportals. Die Ganglinien zeigen im Beobachtungszeitraum Schwankungen um ca. 2 m.

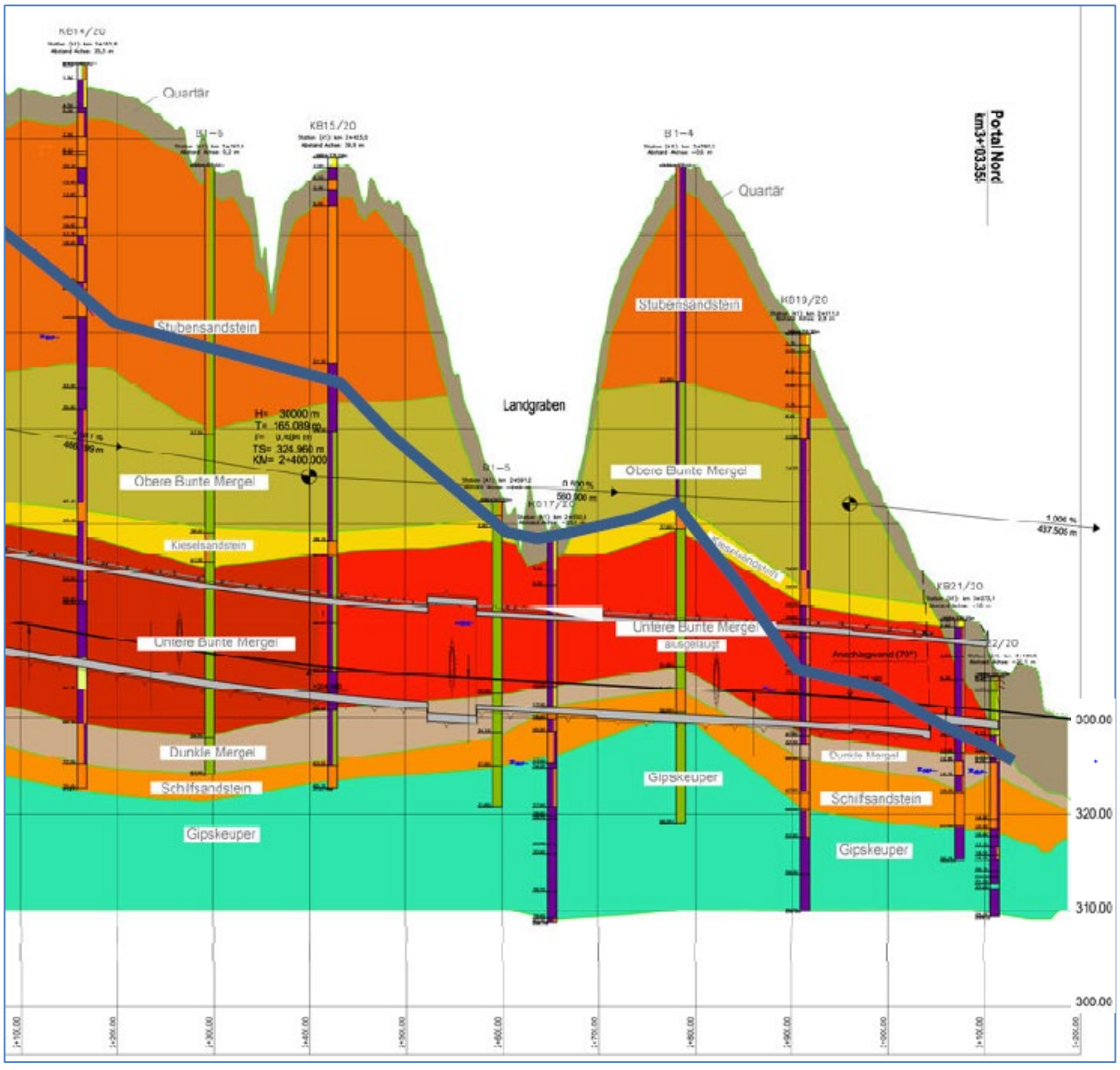


Abbildung 6-12: Geologischer Längsschnitt der nördlichen Tunnelhälfte (verkleinerter Ausschnitt aus Anlage 2) mit Darstellung der Bemessungswasserdrucklinie (blaue Linie).

Abbildung 6-12 zeigt einen Ausschnitt aus dem geologischen Längsprofils mit den wesentlichen hydrogeologischen Zusammenhängen im nördlichen Tunnelabschnitt. Die blaue Linie zeigt die Bemessungswasserdrucklinie. Diese bezieht sich auf den Kieselsandstein (vor allem südlich des Landgrabens / Blaulach) und auf den Schilfsandstein, der vor allem zwischen dem Landgraben und dem Nordportal der maßgebliche Grundwasserleiter ist.

6.3 Grundwasserbeschaffenheit

Aus zahlreichen Grundwassermessstellen wurden am Ende des Klarpumpens der Messstelle Grundwasserproben gewonnen und anschließend von der Agrolab Labor GmbH auf den Parameterumfang gemäß DIN 4030 zur Bestimmung der Betonaggressivität untersucht. Die Untersuchungsergebnisse sind nachfolgend – nach Grundwasserleitern getrennt – tabellarisch zusammengestellt.

Tabelle 6-6 zeigt die Ergebnisse der Grundwassermessstellen, die im Schilfsandstein (bzw. in den Dunklen Mergeln) verfiltert sind. Die chemische Beschaffenheit des Grundwassers ist recht einheitlich: Die el. Leitfähigkeit liegt zwischen ca. 600 und 800 µS/cm; das Wasser wird geprägt durch Calcium (ca. 100 mg/l) und Magnesium (ca. 40 mg/l). Der Sulfatgehalt ist mit < 50 mg/l relativ gering. Das Grundwasser ist ausweislich der durchgeführten Analysen als „nicht angreifend“ nach DIN 4030 zu bezeichnen.

Tabelle 6-6: Ergebnisse der Grundwasseranalysen der im Schilfsandstein verfilterten GWM.

Probe		**KB 16/20**	**KB 17/20**	**KB 19/20**	**KB 20/20**	**KB 21/20**
Geologie		Schilfsst.	Schilfsst.	Dunkle Mergel	Schilfsst.	Schilfsst.
Parameter	**Einheit**					
Färbung (Labor)		grau	weiß	grau	farblos	farblos
Trübung (Labor)		undurch-sichtig	schwach getrübt	undurch-sichtig	fast klar	fast klar
Geruch (Labor)		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
pH-Wert (Labor)		7,7	7,7	7,6	7,8	7,7
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm	625	750	738	711	762
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	697	837	824	794	851
Ammonium (NH4)	mg/l	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Calcium (Ca)	mg/l	86	110	110	96	110
Magnesium (Mg)	mg/l	41	47	45	42	45
Chlorid (Cl)	mg/l	5,7	5,5	5,4	6,3	5,7
Nitrat (NO3)	mg/l	3,7	9,5	6,8	15	10
Sulfat (SO4)	mg/l	16	20	46	12	18
Sulfid leicht freisetzbar	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	7,09	8,75	7,66	8,02	8,67
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	mmol/l	6,82	8,27	7,65	7,78	7,94
Carbonathärte	°dH	19,9	24,5	21,4	22,5	24,3
Carbonathärte	mg/l CaO	199	245	214	225	243
Nichtcarbonathärte	°dH	1,6	1,7	4,3	0,62	1,4
Nichtcarbonathärte	mg/l CaO	16	17,1	42,6	6,16	14,3
Gesamthärte	°dH	21,5	26,2	25,7	23,1	25,7
Kalkl. Kohlensäure	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1
Gesamthärte	mg/l CaO	214	262	257	231	257
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	3,83	4,68	4,59	4,12	4,59
Oxidierbarkeit (KMnO4-Verbrauch)	mg/l	1,2	1,7	0,97	1,2	0,76
KMnO4-Index (als O2)	mg/l	0,3	0,43	0,25	0,3	0,19
Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030)		nicht angreifend	nicht angreifend	nicht angreifend	nicht angreifend	nicht angreifend

Tabelle 6-7: Ergebnisse der Grundwasseranalysen der im Kieselsandstein (bzw. teilweise: Rote Wand) verfilterten GWM.

Probe		KB 01/20	KB 06/20	KB07/20	KB 08/20	KB 10/20	KB 13/20
Geologie		Kieselsst.	Kieselsst.	Kieselsst.	Kieselsst.	Kieselsst./ Rote Wand	Rote Wand
Parameter	Einheit						
Färbung (Labor)		rot	braun	gelbbraun	farblos	braun	farblos
Trübung (Labor)		undurch-sichtig	schwach getrübt	undurch-sichtig	klar	schwach getrübt	klar
Geruch (Labor)		ohne	ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
pH-Wert (Labor)		7,7	7,6	7,5	7,8	8	7,9
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm	796	932	880	894	2030	3920
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	888	1040	982	998	2270	4370
Ammonium (NH4)	mg/l	<0,030	0,16	0,092	<0,030	0,49	1,8
Calcium (Ca)	mg/l	98	23	63	83	24	490
Magnesium (Mg)	mg/l	46	74	78	75	25	130
Chlorid (Cl)	mg/l	25	11	9,2	7,1	56	63
Nitrat (NO3)	mg/l	7,3	6,5	14	9,7	4,3	3,9
Sulfat (SO4)	mg/l	46	26	21	29	430	2800
Sulfid leicht freisetzbar	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	8,04	11,2	10,6	10,6	11,1	5,89
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	mmol/l	7,33	11,6	10,4	10,3	11,2	5,09
Carbonathärte	°dH	22,5	20,3	26,8	28,9	9,1	16,5
Carbonathärte	mg/l CaO	225	203	268	289	91,3	165
Nichtcarbonathärte	°dH	1,8	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	82
Nichtcarbonathärte	mg/l CaO	17,9	<0,00	<0,00	<0,00	<0,00	821
Gesamthärte	°dH	24,3	20,3	26,8	28,9	9,1	98,4
Kalkl. Kohlensäure	mg/l	<1	9	<1	<1	2	<1
Gesamthärte	mg/l CaO	243	203	268	289	91,3	986
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	4,34	3,62	4,78	5,16	1,63	17,6
Oxidierbarkeit (KMnO4-Verbrauch)	mg/l	57	<0,50	2	1,6	4,7	2,8
KMnO4-Index (als O2)	mg/l	14	<0,13	0,51	0,4	1,2	0,71
Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030)		nicht angreifend	nicht angreifend	nicht angreifend	nicht angreifend	XA1, schwach angreifend	XA2, stark angreifend

Tabelle 6-7 zeigt die Ergebnisse der Grundwassermessstellen, die im Kieselsandstein (bzw. in der Roten Wand) verfiltert sind. In den Grundwassermessstellen KB01/20 und KB06/20 bis KB08/20, die nur im Kieselsandstein verfiltert sind, zeigt das Grundwasser eine relativ geringe Mineralisation mit Leitfähigkeiten unter 1000 µS/cm und Sulfatgehalten unter 50 mg/l.

In der Grundwassermessstelle KB13/20, die in den (teilweise gipshaltigen) Gesteinen der Roten Wand verfiltert ist, ist dagegen eine hohe Mineralisation vorhanden mit einer Leitfähigkeit um 4.000 µS/cm und einem sehr hohen Sulfatgehalt von 2.800 mg/l. Damit ist das Grundwasser hier als „XA2, stark angreifend“ einzustufen. Der Sulfatgehalt liegt bereits dicht unter der Grenze zur Einstufung XA3 von 3.000 mg/l.

In der Grundwassermessstelle KB10/20 reicht die Filterstrecke vom Kieselsandstein bis in den Bereich der Roten Wand. Hier nimmt die Mineralisation eine mittlere Stellung zwischen den zuvor beschriebenen Grundwassertypen ein; mit einem Sulfatgehalt von 430 mg/l ist das Grundwasser als „XA1, schwach angreifend“ zu klassifizieren.

Tabelle 6-8: Ergebnisse der Grundwasseranalysen der im Quartär verfilterten GWM.

Probe		**KB 41/20**	**KB 27/20**	**KB 33/20**	**KB 48/20**
Geologie		Quartär	Quartär	Quartär	Quartär
Parameter	**Einheit**				
Färbung (Labor)		gelb	weiß	gelb	weiß
Trübung (Labor)		undurch-sichtig	schwach getrübt	fast klar	schwach getrübt
Geruch (Labor)		ohne	ohne	ohne	ohne
pH-Wert (Labor)		7,3	7,6	7,4	7,1
Leitfähigkeit bei 20 °C (Labor)	µS/cm	1080	923	806	788
Leitfähigkeit bei 25 °C (Labor)	µS/cm	1200	1030	899	879
Ammonium (NH4)	mg/l	<0,030	0,53	0,26	<0,030
Calcium (Ca)	mg/l	170	130	130	140
Magnesium (Mg)	mg/l	37	43	29	26
Chlorid (Cl)	mg/l	110	84	48	25
Nitrat (NO3)	mg/l	2,8	4,4	1,5	5,3
Sulfat (SO4)	mg/l	81	58	20	23
Sulfid leicht freisetzbar	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/l	8,02	6,91	7,92	8,6
Säurekapazität bis pH 4,3 nach Marmorlöse-V.	mmol/l	7,56	6,69	7,88	8,63
Carbonathärte	°dH	22,5	19,3	22,2	24,1
Carbonathärte	mg/l CaO	225	193	222	241
Nichtcarbonathärte	°dH	9,8	8,7	2,7	1,5
Nichtcarbonathärte	mg/l CaO	98	87,1	26,9	14,6
Gesamthärte	°dH	32,3	28,1	24,8	25,5
Kalkl. Kohlensäure	mg/l	<1	<1	<1	<1
Gesamthärte	mg/l CaO	323	281	249	255
Gesamthärte (Summe Erdalkalien)	mmol/l	5,76	5,01	4,44	4,56
Oxidierbarkeit (KMnO4-Verbrauch)	mg/l	2,5	2,7	2,9	21
KMnO4-Index (als O2)	mg/l	0,63	0,68	0,73	5,3
Betonaggressivität (Angriffsgrad DIN 4030)		nicht angreifend	nicht angreifend	nicht angreifend	nicht angreifend

Tabelle 6-8 zeigt die Ergebnisse der Grundwassermessstellen, die im Quartär verfiltert sind. KB48/20 liegt im gering ergiebigen Quartär am Rand des Steinlachtales, die drei weiteren Grundwassermessstellen liegen im Neckartal im Bereich der geplanten Nordanbindung. In allen Fällen erweist sich das Quartär-Grundwasser als „nicht angreifend“ nach DIN 4030. In den Grundwasserproben im Neckartal fallen leicht erhöhte Chlorid-Gehalte auf (ca. 50 – 110 mg/l). Dies ist vermutlich auf Streusalz-Einträge von den umliegenden Straßen zurückzuführen.

6.4 Grundwasserstockwerke und Grundwasser-Strömungsverhältnisse

Nachfolgend wird zu den Grundwasserstockwerken und den Grundwasser-Strömungsverhältnissen bzw. den erwarteten Fließrichtungen Stellung genommen.

6.4.1 Grundwasserstockwerke

Der Schindhau-Höhenrücken, der vom geplanten Tunnel unterfahren wird, ist geologisch aus einer Wechselfolge von wasserstauenden Ton- und Mergelsteinen und mehr oder minder gut Grundwasser leitenden, klüftigen Sandsteinschichten aufgebaut.

Ein erstes, oberes Grundwasserstockwerk tritt teilweise in den mächtigen Sandsteinen der Stubensandstein-Formation auf. Dieses Grundwasserstockwerk mit freiem Grundwasserspiegel ist jedoch nur örtlich im zentralen Abschnitt des Schindhau-Höhenrückens vorhanden (nachgewiesen in KB12/20). In den randlichen Abschnitten bewirken die tief eingeschnittenen Seitentäler eine Entwässerung des Stubensandsteins (nachgewiesen z.B. durch die im Stubensandstein ausgebaute, jedoch trockene Grundwassermessstelle KB15/20). Im Bereich des Hühneracker Kapf im Süden und des Landkutschers Kapf im Norden ist ebenfalls davon auszugehen, dass der Stubensandstein kein (oder allenfalls saisonal in geringem Maße) Grundwasser führt.

Das nächst tiefere Grundwasserstockwerk des Kieselsandstein wird durch die über 15 m mächtige Ton-/ Mergelsteine der Oberen Bunten Mergel vom Stubensandstein getrennt. Es handelt sich im Kieselsandstein um ein gering ergiebiges Kluftgrundwasserstockwerk mit gespanntem Grundwasser. Die Höhenlage des Druckwasserspiegels wird maßgeblich durch die Höhe der benachbarten Taleinschnitte bestimmt.
So stellt sich nahe dem Südportal ein Grundwasserniveau des Kieselsandsteins von ca. 342 - 345 m NHN ein, was in etwa der Höhe des Talrandes des Steinlachtals entspricht.
Im mittleren Tunnelabschnitt unter dem Schindhau stellt sich das Potenzial überwiegend bei ca. 350 – 360 m NHN ein, was in erster Näherung mit den Höhen der benachbarten, tief eingeschnittenen Seitentäler korrespondiert (Bach am Hühneracker Kapf: ca. 355 m NHN; Ramslache: ca. 350 m NHN; Blaulach: ca. 340 m NHN).

Im Bereich des Landkutschers Kapf, der im Süden, Westen und Norden von tief eingeschnittenen Tälern begrenzt wird, stellt der Kieselsandstein nur ein allenfalls gering ergiebiges, schwebendes Grundwasserstockwerk dar.

Darunter folgen als grundwasserstauende Schicht die Unteren Bunten Mergel, deren häufige Gips-Führung ein Beleg dafür ist, dass hier kein Grundwasser vorhanden ist.

Das tiefere Grundwasserstockwerk des Schilfsandstein ist in der nördlichen Hälfte des Untersuchungsgebietes relevant. Es handelt sich um ein gering ergiebiges Kluftgrundwasserstockwerk mit gespanntem Grundwasser. Zwischen dem Blaulachtal und dem Nordportal liegt das Grundwasserpotenzial bei 314 – 315 m NHN und damit auf annähernd gleicher Höhe wie das Quartär-Grundwasser im Neckartal. Somit kann davon ausgegangen werden, dass hier am Rand des Neckartals eine gewisse hydraulische Verbindung zwischen dem Schilfsandstein (ggf. auch den darunter folgenden teilweise klüftigen und grundwasserführenden Tonsteinen des Gipskeuper) und dem Neckartal-Quartär besteht.
Am Westrand des Blaulachtals liegt im Schilfsandstein ein ca. 10 m höheres Grundwasserpotenzial an. Hier ist offenbar (wie auch der Pumpversuch bestätigt hat) örtlich die hydraulische Verbindung des Gesteinskörpers gehemmt bzw. unterbrochen.

6.4.2 Grundwasser-Fließrichtungen

Die Grundwasser-Fließrichtung wird zum einen durch die regionale Schichtlagerung mit einer generellen leichten Neigung in südöstliche Richtung bestimmt, und zum anderen durch das Vorhandensein lokaler Vorfluter (Steinlach im Westen, Neckar im Norden, sowie mehrere tief einschneidende kleine Bachläufe im Untersuchungsgebiet).

Abbildung 6-13 zeigt schematisch die bestimmenden Faktoren für die regionalen Grundwasserfließrichtungen:

- Die auf der Lias-Hochfläche von Wankheim eingezeichneten blauen Pfeile markieren die regionale, schichtgebundene Grundwasserströmung in südöstliche Richtung entsprechend dem allgemeinen Schichteinfallen.
- Die grünen Pfeile symbolisieren die lokale Grundwasserfließrichtung in den Schichten oberhalb des Talaquifers:

- Im südlichen Tunnelabschnitt entwässert das Gebirge tendenziell nach Südwest in Richtung Steinlachtal.
- Im nördlichen Tunnelabschnitt entwässert das Gebirge tendenziell nach Nord bis Nordwest in Richtung auf das Neckartal bzw. die tief eingeschnittenen Seitentäler.
- Im Bereich des ca. 400 m nordwestlich der Trasse gelegenen, nahezu isoliert stehenden Hügels des Bergfriedhofs ist mit einem radialen Abströmen in alle Richtungen zu rechnen.

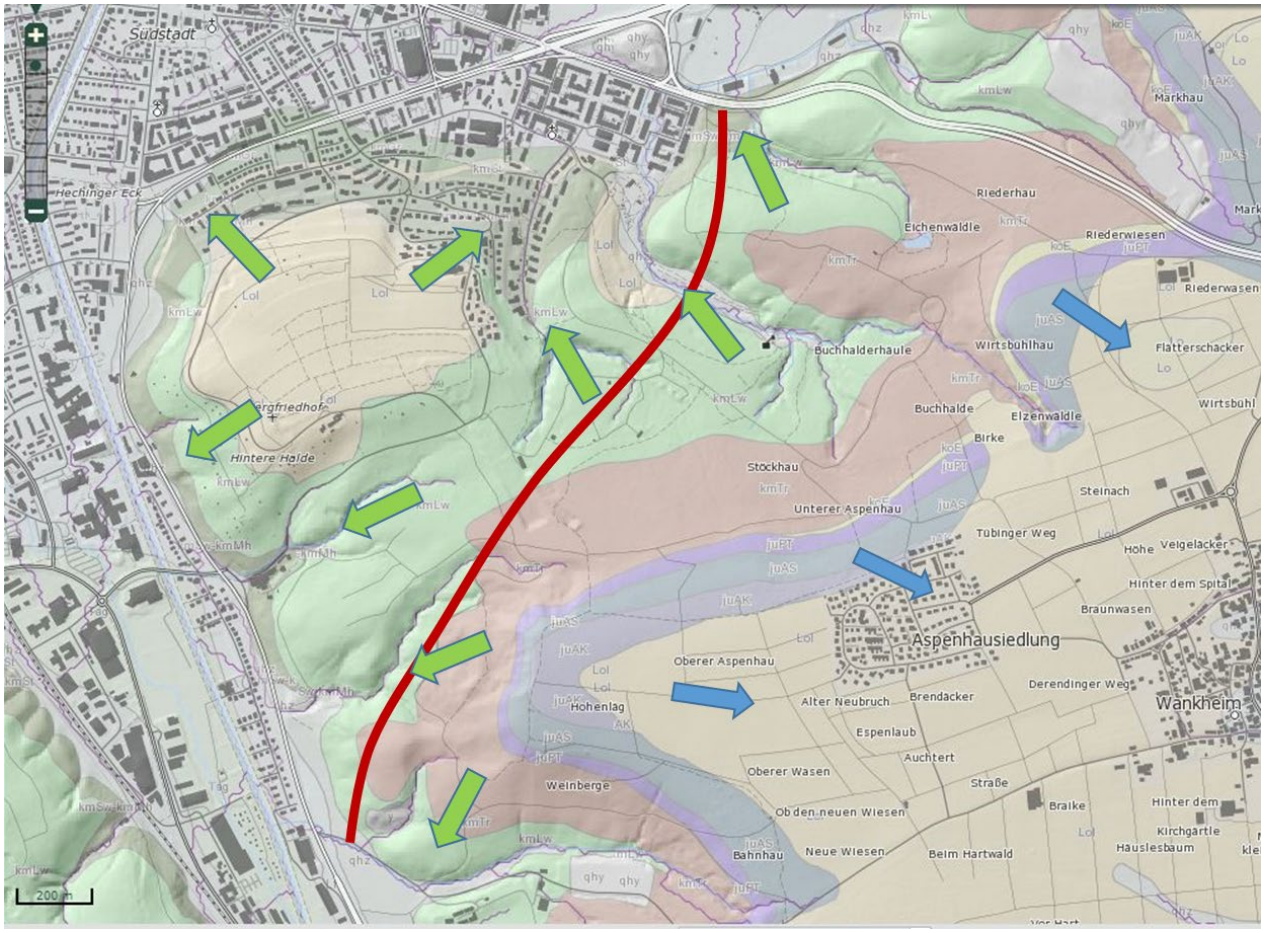


Abbildung 6-13: Geologische Übersichtskarte der Umgebung des geplanten Schindhautunnels (rote Linie) mit schematischer Darstellung der Grundwasserfließrichtungen: blaue Pfeile = regionale Grundwasser-Fließrichtung infolge der allgemeinen Schichtneigung in südöstliche Richtung; grüne Pfeile = lokale Grundwasserfließrichtungen infolge der örtlichen Vorflutverhältnisse.

Der Versuch der Bestimmung von Grundwasser-Fließrichtungen auf der Basis der Grundwasserstandsmessungen ergibt keine schlüssigen Resultate. Zahlreiche Grundwassermessstellen waren gezielt auf beiden Seiten der Trasse so positioniert worden, dass sie hydrologische Dreiecke ergeben können um damit die Grundwasserfließrichtung (bzw. die Richtung des Potenzialgefälles) bestimmen zu können. Die Auswertung der Grundwasserpotenziale zeigt jedoch von Messstelle zu Messstelle teilweise deutliche Unterschiede, die vermutlich auch auf zufällige Unterschiede der jeweils von der Filterstrecke erschlossenen wasserführenden Klüfte zurückzuführen ist und nicht streng im Sinne von Fließrichtungen interpretiert werden darf.

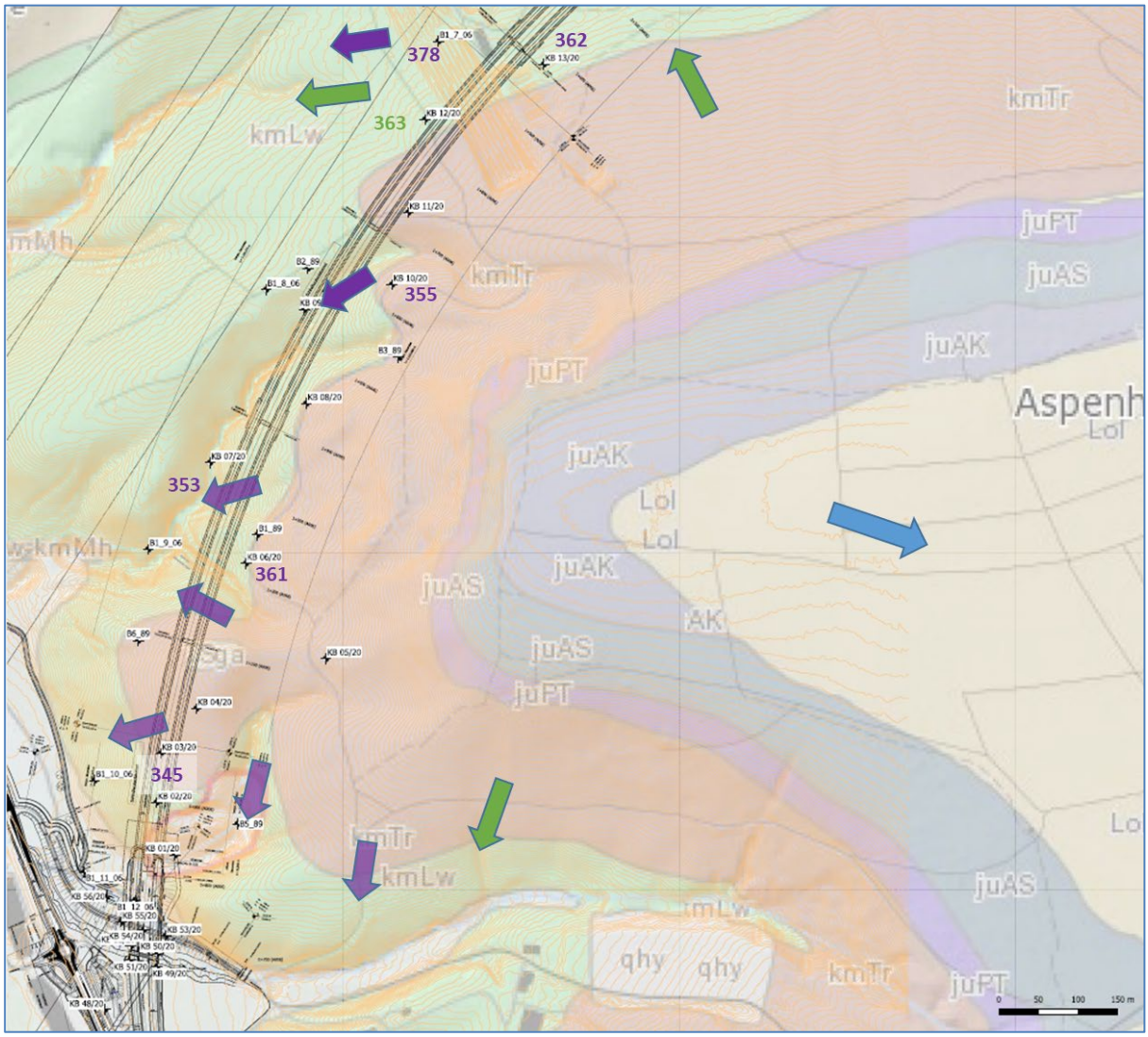


Abbildung 6-14: Detailkarte der südlichen Tunnelhälfte mit ca.-Angabe der Grundwasserhöhen in den Grundwassermessstellen und schematischer Angabe der erwarteten Grundwasserfließrichtungen in den einzelnen Grundwasserstockwerken.

Abbildung 6-14 zeigt eine Detailkarte der südlichen Tunnelhälfte mit hinterlegter geologischer Karte und schematischen Angaben zu den Grundwasserhöhen und Grundwasserfließrichtungen: Als farbige Zahlen sind die Grundwasserstände in den unterschiedlichen Grundwasserstockwerken eingetragen (violette Zahlen: Kieselsandstein-Grundwasserstockwerk; grüne Zahlen: Stubensandstein-Grundwasserstockwerk). Mit entsprechenden farbigen Pfeilen sind die auf hydrogeologischer Evidenz (basierend auf den Grundwasserständen und dem Geländerelief) erwarteten Grundwasserfließrichtungen schematisch eingetragen.
Die vorherrschende Grundwasserfließrichtung ist hier West bis Südwest, bedingt durch den Ausstrich des Kieselsandstein am Rand des Steinachtales und durch die tief eingeschnittenen Seitentäler des Bläsibaches und des Baches am Hühneracker Kapf.

In analoger Weise zeigt **Abbildung 6-15** eine Detailkarte der nördlichen Tunnelhälfte mit den entsprechenden Angaben zu Grundwasserhöhen und Grundwasserfließrichtungen. Hier wird als zusätzlicher Grundwasserleiter der Schilfsandstein betrachtet (hellblaue Zahlen und Pfeile).
Der Stubensandstein streicht hier am Rand der tief eingeschnittenen Seitentäler aus (Ramslache mit oberstromiger Verzweigung, Blaulach sowie Bach nördlich des Landkutschers Kapf) und entwässert dort direkt. Dem entsprechend ist hier ein schwebendes Grundwasserstockwerk vorhanden, das jeweils in Richtung der angrenzenden Täler entwässert.
Der Kieselsandstein streicht im Blaulachtal aus und tritt gleichfalls im Bereich des Nordportals zu Tage. Diese Vorflutverhältnisse prägen die lokalen Grundwasserfließrichtungen im Kieselsandstein.
Die Grundwasserstände im Schilfsandstein zeigen im Blaulachtal ein uneinheitliches Bild, was mit einer möglicherweise dort vorhandenen Störungszone zusammenhängen kann. Insgesamt ist davon auszugehen, dass die Grundwasserfließrichtung vom Neckartal als regionaler Vorflut bestimmt wird, so dass eine nördliche Grundwasserströmung vorherrscht.

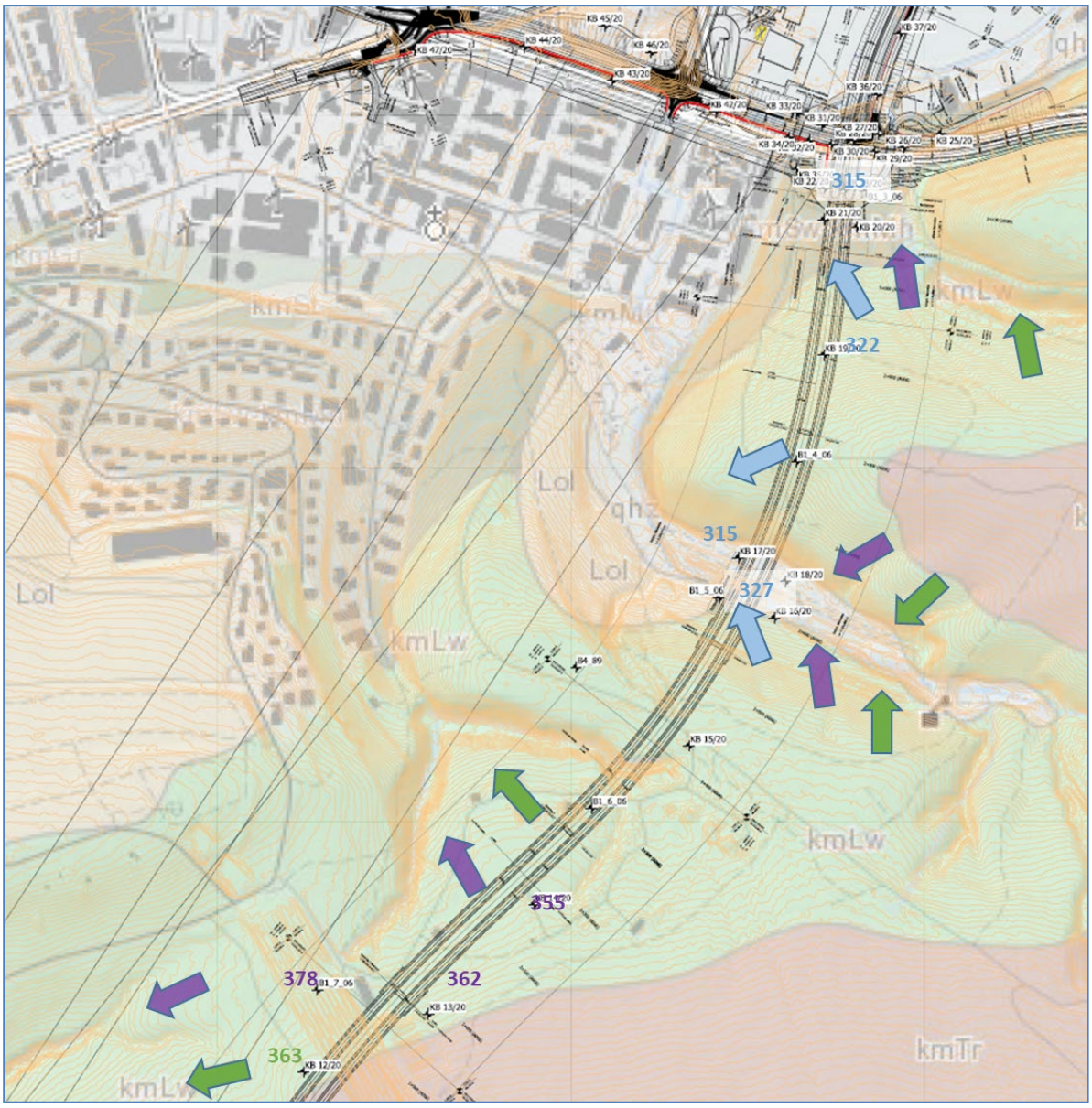


Abbildung 6-15: Detailkarte der nördlichen Tunnelhälfte mit ca.-Angabe der Grundwasserhöhen in den Grundwassermessstellen und schematischer Angabe der erwarteten Grundwasserfließrichtungen in den einzelnen Grundwasserstockwerken.

6.4.3 Interaktion zwischen den Grundwasserleitern

Aufgrund der mächtigen grundwasserstauenden Schichten zwischen den einzelnen beschriebenen Grundwasserleitern ist davon auszugehen, dass allenfalls eine minimale Interaktion zwischen den Grundwasserstockwerken besteht. Wie die festgestellten, teilweise deutlich abweichenden Potenziale sogar innerhalb ein und desselben Grundwasserleiters zeigen, ist sogar innerhalb eines Grundwasserleiters teilweise nur eine eingeschränkte hydraulische Durchgängigkeit vorhanden.

Als gesichert kann angenommen werden, dass ein Abpumpen von Grundwasser aus dem Kieselsandstein-Horizont zu keiner Beeinflussung des darüber liegenden, durch die über 10 m mächtigen grundwasserstauenden Oberen Bunten Mergel hydraulisch getrennten Stubensandstein-Grundwasserstockwerks führt.

Ebenso ist davon auszugehen, dass ein Abpumpen von Grundwasser aus dem Schilfsandstein zu keiner Beeinflussung des darüber liegenden, durch die über 10 m mächtigen grundwasserstauenden Unteren Bunten Mergel hydraulisch getrennten Kieselsandstein -Grundwasserstockwerks führt.

6.4.4 Grundwasserneubildung; Grundwasserumsatz

Hinsichtlich der Grundwasserneubildung und des Grundwasserdargebots ist das Untersuchungsgebiet folgendermaßen einzuschätzen:

Aufgrund der intensiven Wald-Vegetation ist die Evapotranspiration als überdurchschnittlich zu beurteilen. Gleichzeitig ist aufgrund der hügeligen Topographie und der oberflächennah anstehenden tonigen Gesteinsschichten von einem überdurchschnittlichen Oberflächenwasserabfluss auszugehen. Dies zeigt auch das Vorhandensein der zahlreichen Bachläufe, die das Gebiet durchziehen.
An der Geländeoberfläche stehen annähernd flächig verbreitet zunächst schwach bis sehr schwach durchlässige Schichten an: Knollenmergel und obere, in toniger Fazies ausgebildete Schichten des Stubensandstein. Diese gering durchlässigen Deckschichten tragen, gemeinsam mit der Wald-Vegetation, dazu bei, dass das Niederschlagswasser generell verzögert versickert und eine tendenziell unterdurchschnittliche Tiefensickerung (= Grundwasserneubildung) zu erwarten ist.

Das im Stubensandstein neu gebildete Grundwasser wird von den zwischengeschalteten Tonsteinen bzw. von den darunter folgenden Oberen Bunten Mergeln gestaut und tritt überwiegend in den kleinen Tälern, die das Gelände durchziehen, als Schichtwasser zu Tage.
Aufgrund der Stauwirkung der Oberen Bunten Mergel ist davon auszugehen, dass nur ein geringer Teil des Grundwassers in den nächst tieferen grundwasserleitenden Horizont des Kieselsandsteins hinabsickern kann.

Der Grundwasserumsatz zwischen den einzelnen Grundwasserleitern ist aufgrund der hydraulischen Trennung durch jeweils mächtige Tonstein/Mergelstein-Schichtpakete als sehr gering einzustufen.

6.5 Wasserschutzgebiete

Im Bereich des Schindhau-Höhenrückens liegt, wie in den vorangegangenen Abschnitten dargestellt, nur eine geringe Grundwasserführung vor, die sich auf mehrere, jeweils sehr gering ergiebige Kluftgrundwasserstockwerke verteilt. Dieser Höhenrücken stellt somit kein höffiges Gebiet für eine etwaige Grundwassernutzung dar.

Im Gegensatz dazu liegt im Neckartal ein ergiebiger, flussbegleitender Quartär-Porengrundwasserleiter vor, der zur Trinkwassergewinnung genutzt wird. Hier liegen die Wasserschutzgebiete „Brunnen Au“ und „Unteres Neckartal“, die nachfolgend beschrieben werden.

Das Wasserschutzgebiet „Unteres Neckartal“ umfasst den Talraum rechts des Neckars ca. von den Gewerbegebieten am Ostrand von Tübingen bis unterhalb von Lustnau, in einer Längserstreckung von ca. 3 km. Das Grundwasser fließt hier in erster Näherung parallel zum Neckar in nordöstliche Richtung. Die Wasserfassungen (Horizontalfilterbrunnen und Vertikalbrunnen) befinden sich im nordöstlichen Teil des Wasserschutzgebietes in der Zone I (Fassungsbereich). Aus diesen ergiebigen Brunnen (Förderleistung ca. 80 l/s) bezieht die Stadt Tübingen ca. 25% ihres Wasserbedarfs.

Im Oberstrom, d.h. nach Südwesten, grenzt unmittelbar das Wasserschutzgebiet des „Brunnen Au“ an. Die geplante Tunneltrasse einschließlich des Nordportals liegt außerhalb des Wasserschutzgebietes (vgl. **Abbildung 6-11**). Die weitere Schutzzone (Zone III) grenzt aber unmittelbar

nördlich an die bestehende Bundesstraße B28 an, so dass die neuen Straßen und Bauwerke für die geplante Anbindung („Tübinger Kreuz“) im Wasserschutzgebiet (Zonen IIIA und IIIB, vereinzelt auch Zone II) zu liegen kommen. Teile der westlich des nördlichen Tunnelportals angrenzenden Bebauung des Französischen Viertels liegen gleichfalls in der weiteren Schutzzone des WSG. Der Brunnen Au (Ergiebigkeit ca. 27 l/s) wird derzeit nicht genutzt und dient als Reservebrunnen.

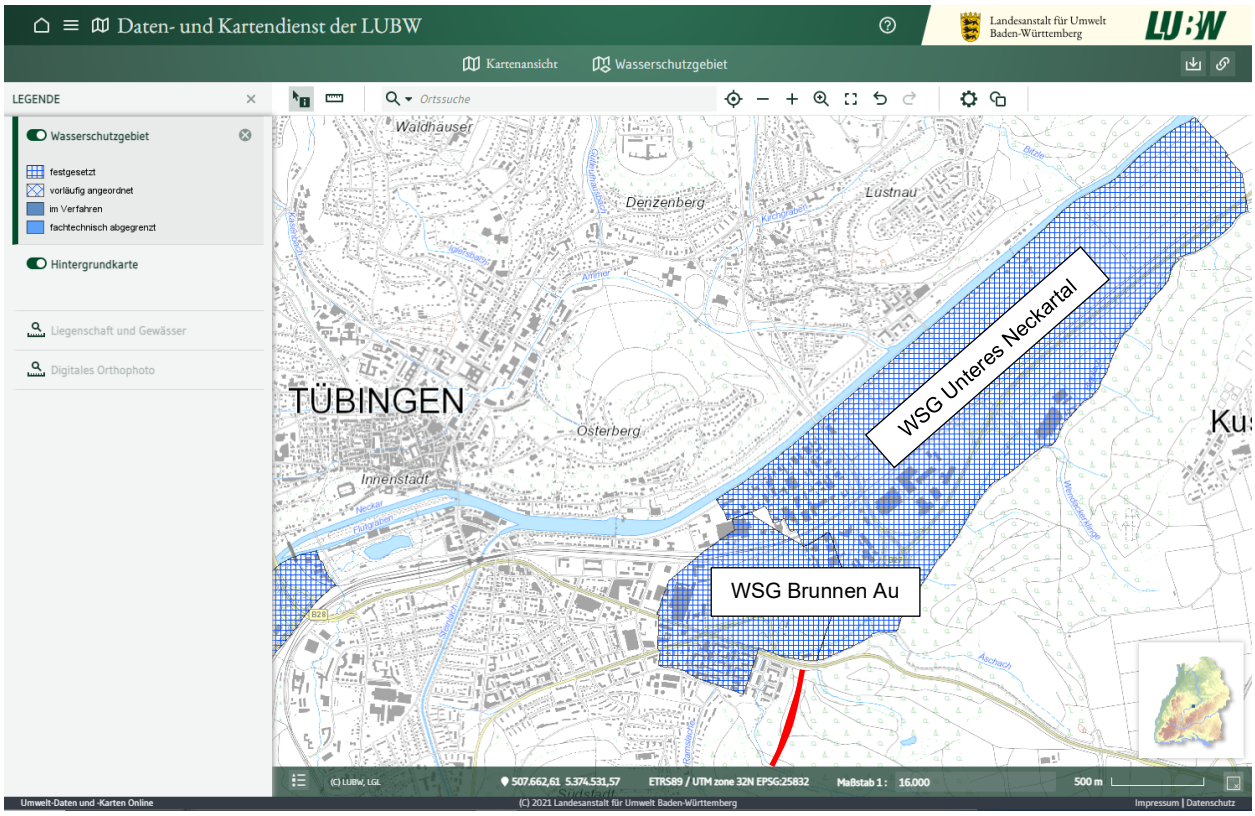


Abbildung 6-11: Kartenausschnitt mit Lage der Wasserschutzgebiete „Brunnen Au“ und „Unteres Neckartal“. Rote Linie: ca.-Lage der Tunneltrasse.

7 Tunnelbau und Grundwasser

Aufbauend auf den in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Hydrogeologischen Erkundungsergebnissen werden im Folgenden die relevanten Grundwasserverhältnisse im Hinblick auf bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen beschrieben. Die Beschreibung erfolgt, der Bau-Kilometrierung des Vorentwurfs folgend, von Süd nach Nord.

Bei der zahlenmäßigen Festlegung der zu erwartenden Grundwasserpotenziale und der beim Tunnelbau prognostizierten Wassermengen muss berücksichtigt werden, dass es sich bei den durchgeführten Erkundungsmaßnahmen um punktuelle Aufschlüsse handelt (im Gegensatz zum linienförmigen Ausdehnung des Tunnels). Daher kann örtlich ein größerer Wasserandrang, z.B. an offenen Klüften, nicht ausgeschlossen werden. Die bisherigen Grundwasserstandsbeobachtungen haben in den eher trockenen Jahren 2021-2022 stattgefunden; dies wird bei der Beurteilung von Bemessungswasserständen entsprechend berücksichtigt. Die Bemessungswasserdruck-Linie ist zusammenhängend im geologischen Tunnellängsschnitt (Anlage 2) verzeichnet.

7.1 Südportal und offene Bauweise Süd

Die Tunnelsohle im Bereich des Südportals liegt mit einer Höhe von ca. 343 m NHN in etwa auf dem gleichen Niveau wie die Oberkante des Kieselsandstein. Auf einem ähnlichen bzw. leicht höheren Niveau wurden die Grundwasserstände in KB01/20 bis KB03/20 gemessen (343 bis 347 m NHN). Die darüber folgenden Oberen Bunten Mergel führen hier kein Grundwasser.

Somit ist in diesem Bauabschnitt nur mit einer geringen Rest-Wasserführung in der Baugrubensohle sowie mit allfälligem Tagwasser zu rechnen. Es kann eine offene Wasserhaltung erfolgen (z.B. seitliche Sickerstränge am Baugrubenrand) und das eventuell anfallende Wasser ist über Pumpen und Rohrleitungen zu einem Absetzbecken geführt werden. Anschließend kann das Wasser in den in unmittelbarer Nähe gelegenen Bläsibach eingeleitet werden.

Für die Auslegung der Wasserhaltung und den Wasserrechtsantrag sollte von einer anfallenden Wassermenge von 3,6 m³/h (= 1 l/s) ausgegangen werden. Es ist jedoch anzunehmen, dass die tatsächlichen Wassermengen darunter liegen werden.

In diesem Abschnitt ist dauerhaft mit einem Bergwasserspiegel unterhalb von 365 m NHN zu rechnen, so dass hier von einem Bemessungswasserdruck von < 0,3 MPa über Tunnelsohle ausgegangen werden kann.

7.2 Bergmännische Bauweise

In den bergmännisch herzustellenden Tunneln ist sowohl das Grundwasser/“Bergwasser“ zu fassen, das dem Tunnel aus dem Gebirge direkt zusickert, als auch ggf. das Grundwasser, welches mittels Entspannungsbohrungen / Dränagebohrungen zusätzlich erschlossen wird.

Im Bereich von offenen Klüften muss lokal mit starken Wasserzutritten bis ca. 10 l/s an der Ortsbrust gerechnet werden, die jedoch rasch abklingen. Ebenso ist im Bereich von Entspannungsbohrungen kurzfristig mit einem erhöhten Wasserandrang zu rechnen.

Aufgrund der geringen Mächtigkeit und Durchlässigkeit der relevanten Kluftgrundwasserleiter ist im Mittel mit einer zu pumpenden Wassermenge je 50 m Tunnelvortrieb je Tunnelröhre von kleiner 1 l/s zu rechnen. Eine weitere Fallunterscheidung (Varianten: steigender / fallender Tunnelvortrieb) ist angesichts der zuvor genannten Unsicherheiten nicht belastbar möglich.

Beginn Bergmännische Bauweise bei ca. km 0+850 bis ca. km 1+150:
In diesem Tunnelabschnitt liegt der Kieselsandstein im Bereich der Tunnelsohle; im überwiegenden Teil des Tunnelquerschnitts stehen die Oberen Bunten Mergel an. Ausweislich der hier vorhandenen Grundwassermessstellen KB03/20 und KB06/20 ist im Kieselsandstein mit leicht gespanntem Grundwasser zu rechnen, das voraussichtlich vor allem entlang einzelner Klüfte auftritt. In einzelnen Dolomit-Bänken in den Oberen Bunten Mergeln ist grundsätzlich auch mit einer geringen Kluftwasserführung zu rechnen.

In diesem Abschnitt steigt der Bemessungswasserspiegel von 347 mNHN auf 355 m NHN an, während die Höhenlage der Tunnelsohle von 342 mNHN auf 340 mNHN absinkt. Daraus ergibt sich ein von 0,05 mPa auf 0,15 MPa ansteigender Bemessungswasserdruck über Tunnelsohle.

Bach am Hühneracker Kapf; ca. Bau-km 1+150 bis 1+500:

Die grundsätzliche geologische Situation gleicht hier der des zuvor beschriebenen Abschnitts: Die Tunnelsohle liegt im Bereich des Kieselsandsteins mit gespanntem Grundwasser, darüber stehen im Tunnelquerschnitt die Oberen Bunten Mergel an.

Zusätzlich ist hier zu berücksichtigen, dass die Tunneltrasse in der Nähe des tief eingeschnittenen Baches am Hühneracker Kapf verläuft. Bei ca. km 1+200 quert ein Seitenarm des Baches die Tunneltrasse, wobei das Bachbett ca. 10 m oberhalb der Tunnelfirste liegt. Ein weiteres Seitental folgt bei ca. km 1+300. Der Hauptarm des Baches verläuft weiter parallel zur Trasse und quert diese erst bei ca. km 1+500, wobei das Bachbett hier mehr als 20 m oberhalb der Tunnelfirste liegt. Zwischen Tunnel und Bachbett liegen die wasserstauenden Oberen Bunten Mergel sowie der tonige untere Stubensandstein. Daher ist grundsätzlich von einer wirksamen hydraulischen Trennung zwischen Oberflächenwasser und Tunnel auszugehen. Aber selbst für den sehr unwahrscheinlichen Fall, dass entlang von etwaigen tektonischen Schwächezonen entlang der Täler Oberflächenwasser in die Tunnelbaustelle einsickern könnte, handelt es sich um geringe Wassermengen, da die Bäche nur geringe Wassermengen führen (überwiegend < 1 l/s), die sicher beherrschbar wären.

In diesem Abschnitt steigt der Bemessungswasserspiegel von 355 mNHN auf 365 m NHN an, während die Höhenlage der Tunnelsohle von 340 mNHN auf 335 mNHN absinkt. Daraus ergibt sich ein von 0,15 MPa auf 0,3 MPa ansteigender Bemessungswasserdruck über Tunnelsohle.

Tunnelabschnitt von ca. Bau-km 1+500 bis km 1+800

In diesem Tunnelabschnitt steht der Kieselsandstein im Tunnelquerschnitt an, wobei seine Lage von Süd nach Nord ansteigt, so dass er bei ca. km 1+800 in etwa an der Tunnelfirste zu liegen kommt. Über dem Kieselsandstein liegen die schwach durchlässigen Oberen Bunten Mergel; unter dem Kieselsandstein die ebenfalls schwach durchlässigen Unteren Bunten Mergel / Rote Wand.

In diesem Abschnitt steigt der Bemessungswasserspiegel von 365 mNHN auf 372 m NHN an, während die Höhenlage der Tunnelsohle von 335 mNHN auf 330 mNHN absinkt. Daraus ergibt sich ein von 0,3 MPa auf 0,42 MPa ansteigender Bemessungswasserdruck über Tunnelsohle.

Tunnelabschnitt von ca. Bau-km 1+800 bis km 2+550

Ab ca. Bau-km 1+800 liegt der Tunnelquerschnitt vollständig in den Unteren Bunten Mergeln und der Kieselsandstein mit gespanntem Grundwasser liegt wenige Meter oberhalb der Tunnelfirste. Hier sollte eine Entspannung / Entwässerung des Kieselsandsteins über vorauseilende Dränagebohrungen erfolgen, aus denen das anfallende Wasser direkt gefasst und abgeleitet wird. In den Unteren Bunten Mergeln selbst, die im Tunnelquerschnitt anstehen und die häufig Gips-führend sind, ist nur mit einer sehr geringen Wasserführung auf einzelnen Klüften zu rechnen und sollte jeweils örtlich gefasst werden.

In diesem Abschnitt steigt der Bemessungswasserspiegel zunächst weiter an von 372 mNHN auf 381 m NHN bei Bau-km 1+930. Die Höhenlage der Tunnelsohle sinkt von 330 mNHN auf 328 mNHN ab. Daraus ergibt sich für den Abschnitt von Bau-km 1+800 bis 1+930 ein weiter von 0,42 MPa auf 0,53 MPa ansteigender Bemessungswasserdruck über Tunnelsohle.

Anschließend (von Bau-km 1+930 bis 2+550) sinkt der Bemessungswasserspiegel sukzessive von 381 mNHN auf 345 mNHN ab. Gleichzeitig sinkt die Höhenlage der Tunnelsohle ab von 328 mNHN auf 319 mNHN. Daraus ergibt sich ein sukzessive von 0,53 MPa auf 0,26 MPa sinkender Bemessungswasserdruck über Tunnelsohle.

Blaulachtal: Tunnelabschnitt von ca. Bau-km 2+550 bis 2+700

In diesem Streckenabschnitt unterquert der Tunnel das tief eingeschnittene Blaulachtal. Die Tunnelfirste liegt hier bei ca. 331 m NHN und damit nur ca. 6 m unterhalb des Bachbetts.
Der Kieselsandstein liegt hier in etwa auf Höhe des Talgrundes und stellt somit allenfalls gemeinsam mit örtlich vorhandenen Lockersedimenten ein geringfügiges oberflächennahes freies Grundwasserstockwerk dar. Dieses wird von den schwach durchlässigen Unteren Bunten Mergeln unterlagert.
Im Tunnelquerschnitt stehen hier überwiegend die Unteren Bunten Mergel und die darunter folgenden Dunklen Mergel sowie an der Sohle örtlich der Schilfsandstein an.

Der Schilfsandstein als der in diesem Abschnitt maßgebliche Grundwasserleiter ist ein Kluft-Grundwasserleiter und führt gespanntes Grundwasser. Das hydraulische Potenzial wurde in den Grundwassermessstellen auf der südlichen Talseite bei 327 – 329 m NHN festgestellt, auf der Nordseite deutlich darunter. Das Kluftgrundwasser des Schilfsandsteins und ggf. der Dunklen Mergel kann im Tunnel mittels offener Wasserhaltung gefasst und abgeleitet werden. Für den

Fall, dass in der Talachse tektonisch beanspruchtes, stärker geklüftetes Gestein mit erhöhter Wasserwegigkeit ansteht, sollten diese lokalen Zuflüsse an den Austrittsstellen unmittelbar gefasst werden.

Selbst für den unwahrscheinlichen Fall, dass Oberflächenwasser in die Tunnelbaustelle einsickern könnte, handelt es sich um geringe Wassermengen, da die Blaulach nur geringe Wassermengen führt (überwiegend < 2 l/s), die sicher beherrschbar wären.

In diesem Tunnelabschnitt sinkt der Bemessungswasserspiegel sukzessive von 345 mNHN auf 340 mNHN ab. Die Tunnelsohle liegt bei ca. 319 mNHN. Daraus ergibt sich ein von 0,26 MPa auf 0,21 MPa sinkender Bemessungswasserdruck über Tunnelsohle.

Landkutschers Kapf: Tunnelabschnitt von ca. Bau-km 2+700 bis 3+040

In diesem letzten in bergmännischer Bauweise vor der offenen Bauweise Nord herzustellenden Tunnelabschnitt wird der Landkutschers Kapf unterfahren. Im Tunnelquerschnitt stehen überwiegend die Unteren Bunten Mergel sowie darunter teilweise die Dunklen Mergel und im südlichen Teil (bis ca. km 2+850) auch der Schilfsandstein an. Der Kieselsandstein liegt durchgehend oberhalb der Tunnelfirste: Im südlichen Teil (bis ca. km 2+850) beträgt der Abstand zur Tunnelfirste mehr als 5 m, nach Norden hin verringert sich der Abstand auf 1 – 2 m.

Als Grundwasserleiter sind hier der Kieselsandstein und der Schilfsandstein zu betrachten:
Der Schilfsandstein, der in der südlichen Hälfte an der Tunnelsohle und nach Norden darunter abtauchend ansteht, ist ein Kluftgrundwasserleiter mit gespanntem Grundwasser. Das hydraulische Potenzial liegt im Südteil auf Höhe des Tunnelquerschnitts und sinkt nach Norden, in Annäherung an das Neckartal, unter die Tunnelsohle ab. Das Kluftgrundwasser im Schilfsandstein sowie ggf. in klüftigen Partien der darüber liegenden Dunklen Mergel kann mittels örtlicher offener Wasserhaltung beherrscht werden.

Der Kieselsandstein steht im Blaulachtal ungefähr auf Höhe des Talgrundes (bei ca. 337 m NHN) an; am nahe gelegenen West- und Nordrand des Landkutschers Kapf streicht der Kieselsandstein im Unterhang circa auf Höhe 330 m NHN frei aus. Auf dieser Höhe kann der Kieselsandstein somit im Gelände frei entwässern. Im Bereich des Landkutschers Kapf ist nur mit einer allenfalls geringen Grundwasserführung im Kieselsandstein zu rechnen, wobei das hydraulische Potenzial von den genannten freien Rändern im Westen und Norden begrenzt wird.

In diesem Tunnelabschnitt sinkt der Bemessungswasserspiegel sukzessive von 342 mNHN auf 320 mNHN ab. Die Tunnelsohle fällt weiter leicht ab von ca. 320 mNHN auf 318 mNHN. Daraus ergibt sich ein von 0,23 MPa auf 0,02 MPa sinkender Bemessungswasserdruck über Tunnelsohle.

7.3 Nordportal und offene Bauweise Nord

Im Bereich des Nordportals und der offenen Bauweise Nord treten zwei potenzielle Grundwasserleiter auf: der Kieselsandstein und der Schilfsandstein.
Der Kieselsandstein liegt mit ca. 330 m NHN ungefähr auf Höhe der Tunnelfirste und keilt im Gelände frei aus, ohne dass hier auffällige Vernässungen feststellbar waren. Daher ist davon auszugehen, dass der Kieselsandstein hier kein Grundwasser führt, oder allenfalls temporäres Schichtwasser nach Nässeperioden.

Der Schilfsandstein steht mehr als 6 m unterhalb der Tunnelsohle an. Er führt gespanntes Grundwasser, dessen Potenzial ca. 4 m unterhalb der Tunnelsohle liegt und in etwa mit dem Grundwasserstand des Neckar-Talaquifers korrespondiert. Das Grundwasser des Schilfsandstein liegt somit eindeutig unterhalb der für das Nordportal und die offene Bauweise relevanten Boden- und Gesteinsschichten.

Der Tunnelquerschnitt befindet sich geologisch in den Gesteinen der Roten Wand, die als Grundwasser-Stauer bis –Geringleiter anzusprechen sind. Es sollten Vorkehrungen zum Fassen von geringen Schichtwasserzutritten sowie von Tagwasser getroffen werden.
Es kann eine offene Wasserhaltung erfolgen (z.B. seitliche Sickerstränge am Baugrubenrand) wobei das anfallende Wasser über Pumpen und Rohrleitungen zu einem Absetzbecken geführt wird. Anschließend kann das Wasser in ein nahegelegenes Oberflächengewässer (z.B. Ramslache oder Blaulach) eingeleitet werden.

Für die Auslegung der Wasserhaltung sollte von einer anfallenden Wassermenge von 10 m³/h (ca. 3 l/s) ausgegangen werden. (Die hydrogeologischen Gegebenheiten deuten hier darauf hin, dass im Vergleich zum Südportal mit größeren Wassermengen zu rechnen ist.) Es ist jedoch anzunehmen, dass die tatsächlichen Wassermengen darunter liegen werden.

7.4 Wasserrechtliche Antragsgegenstände

Die folgenden Gewässerbenutzungen gemäß § 9 WHG sind im Rahmen der Tunnelbaumaßnahme erforderlich und entsprechend zu beantragen:

- Zutagefördern und Ableiten von Grundwasser (erforderliche bauzeitliche Wasserhaltungen)
- Einleiten von Wasser in ein Fließgewässer (bauzeitliche Einleitung des Wassers aus den Wasserhaltungen in die nahegelegenen Bäche). Im Zuge der detaillierteren Planung sind hier die vorgesehenen Einleitstellen zu benennen.
- Aufstauen, Absenken und Umleiten von Grundwasser (durch das Tunnelbauwerk, nach Minimierung durch die entsprechenden Vorkehrungen zur Sicherstellung der Umläufigkeit und zur Unterbindung einer Längsentwässerung)
- Einbringen von Stoffen in das Grundwasser (hier Beton etc. für den Tunnelbau)

8 Bewertung von hydrologischen Auswirkungen des Tunnelbauwerks

Wie in den vorangegangenen Kapiteln ausführlich dargestellt wurde, besteht der Höhenrücken, der von dem Tunnel durchquert wird, aus einer Wechselfolge von schwach durchlässigen Tonsteinen / Schluffsteinen und Sandsteinen, die ebenfalls nur gering ergiebige Kluft-Grundwasserleiter darstellen.

8.1 Bauzeitliche Auswirkungen

8.1.1 Auswirkungen des Tunnelbaus auf die Grundwasserverhältnisse

Auswirkung in den Portalbereichen + offene Bauweise

Im Bereich des Süd- und Nordportals sowie der anschließenden Tunnelstrecken in offener Bauweise ist allenfalls mit einem sehr geringen Anfall von Grundwasser/Schichtwasser zu rechnen, da die Baugrubensohle bzw. Tunnelsohle jeweils oberhalb des Grundwasserspiegels liegt. In diesen randlichen Bereichen an den Hügelrändern erfolgt kein Eingriff in das Grundwasser. Mit der vorzuhaltenden Wasserhaltung wird hier nur das Tagwasser und allfälliges Schichtwasser gefasst und abgeleitet. Insofern sind in diesen Bauabschnitten keine bauzeitlichen Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse zu erwarten.

Tunnelbau in bergmännischer Bauweise

Der Tunnelbau in bergmännischer Bauweise ist mit einer Wasserhaltung im Tunnel durchzuführen. Mit der Wasserhaltung soll das jeweils in den Gesteinen im Tunnelbereich vorhandene gespannte Grundwasser erfasst und abgeleitet werden. Im mittleren Abschnitt ist teilweise zusätzlich eine Entspannung des dicht oberhalb der Tunnelfirste anstehenden Grundwasserleiters vorgesehen.
Die Wasserhaltung betrifft vor allem das Grundwasserstockwerk des Kieselsandsteins sowie im nördlichen Drittel das tiefere Grundwasserstockwerk des Schilfsandsteins.
Das örtlich vorhandene höhere Grundwasserstockwerk des Stubensandstein liegt durchgehend weit oberhalb des Einflussbereiches der Tunnelbaumaßnahme.

Aufgrund des geologischen Schichtenaufbaus mit mächtigen Ton-/Mergelstein-Barrieren zwischen den vergleichsweise gering mächtigen Grundwasserleitern ist gesichert davon auszuge-

hen, dass die bauzeitliche Wasserhaltung keine Auswirkung auf die oberflächennahe Grundwasserführung im Stubensandstein bzw. auf den örtlichen Schichtwasser- und Bodenwasser-Haushalt hat.

Die Auswirkungen der Wasserhaltung betreffen nur die gering mächtigen und gering ergiebigen Grundwasserstockwerke des Kieselsandstein und Schilfsandstein. Bauzeitlich ist hier eine Entspannung / Absenkung erforderlich. Es ist davon auszugehen, dass binnen eines Jahres nach Beendigung der Wasserhaltung die Ausgangsverhältnisse wieder erreicht sein werden. Dies sollte mittels eines Grundwasser-Monitoringprogramms überwacht und dokumentiert werden (siehe Kapitel 8.5).

8.1.2 Auswirkungen des Tunnelbaus auf Bebauung

Direkt über der Tunneltrasse bei ca. Bau-km 1+900 bis 2+300 befinden sich einige Hütten der ehemaligen militärischen Nutzung, die aktuell vom Natursteinpark genutzt werden. Die Bebauung liegt ca. 60 m oberhalb der Tunnelfirste. Eine schädliche Auswirkung der Wasserhaltungsmaßnahmen im Rahmen des Tunnelbaus kann hier sicher ausgeschlossen werden.

Etwa 300 m westlich der Tunneltrasse bei ca. Bau-km 2+200 beginnen die Wohngebiete an der Sudetenstraße und an der Straße „Wennfelder Garten“. Die Bebauung an der Sudetenstraße liegt gemäß Geologischer Karte auf Stubensandstein bzw. Lösslehm-Überdeckung. Die Bebauung an der Straße „Wennfelder Garten“ liegt gemäß Geologischer Karte auf den Oberen Bunten Mergeln, im Tal der Ramslache, die hier unterhalb des Hochwasserrückhaltebeckens verdolt verläuft. Eine schädliche Auswirkung der Wasserhaltungsmaßnahmen im Rahmen des Tunnelbaus auf die Bebauungen kann hier sicher ausgeschlossen werden.

In ca. 70 m Entfernung vom Nordportal beginnt die Bebauung des Französischen Viertels am Landkutschersweg. Die Bebauung liegt hier annähernd höhengleich wie die geplante Tunnelsohle im Bereich Nordportal / offene Bauweise Nord. Der Grundwasserspiegel liegt unterhalb der Tunnelsohle, weshalb nur eine eventuelle geringe Restwasserhaltung erforderlich ist. Eine schädliche Auswirkung dieser Maßnahme auf die Bebauung kann hier sicher ausgeschlossen werden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass schädliche Auswirkungen des Tunnelvortriebs und der notwendigen bauzeitlichen Wasserhaltungen auf die Bebauung (Setzungen) sicher ausgeschlossen werden können.

8.1.3 Auswirkungen des Tunnelbaus auf Landwirtschaft

Die Tunneltrasse verläuft ausschließlich unter bewaldetem Gebiet. Oberflächennah stehen hier vor allem die Gesteine des Stubensandstein an. Auf den Anhöhen ist bereichsweise der Knollenmergel anzutreffen und an den Unterhängen der Täler finden sich die Oberen Bunten Mergel.
Eine Auswirkung der bauzeitlichen Wasserhaltung (die in tieferen Grundwasserstockwerken stattfindet) auf den Bodenwasserhaushalt im Waldgebiet über der Tunneltrasse kann gesichert ausgeschlossen werden. Auswirkungen des Tunnelbaus auf die Landwirtschaft können daher ausgeschlossen werden.

8.1.4 Auswirkungen des Tunnelbaus auf Biotope

Im Bereich des Schindhau-Höhenrückens sind entlang der Tunneltrasse mehrere Flächen in der Biotopkartierung als Waldbiotope kartiert (grüne Flächen in **Abbildung 8-1**). Es handelt sich um die Vernässungszonen im Talgrund der kleinen Seitentäler von Steinlach und Neckar. Die Seitentäler liegen geologisch im Bereich des Stubensandstein und der Oberen Bunten Mergel. Wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben, ist gesichert davon auszugehen, dass die bauzeitliche Wasserhaltung für den Tunnel zu keiner Änderung des oberflächennahen Wasserhaushalts führen wird. Auswirkungen des Tunnelbaus und der bauzeitlichen Wasserhaltungen auf Biotope sind daher nicht zu besorgen.

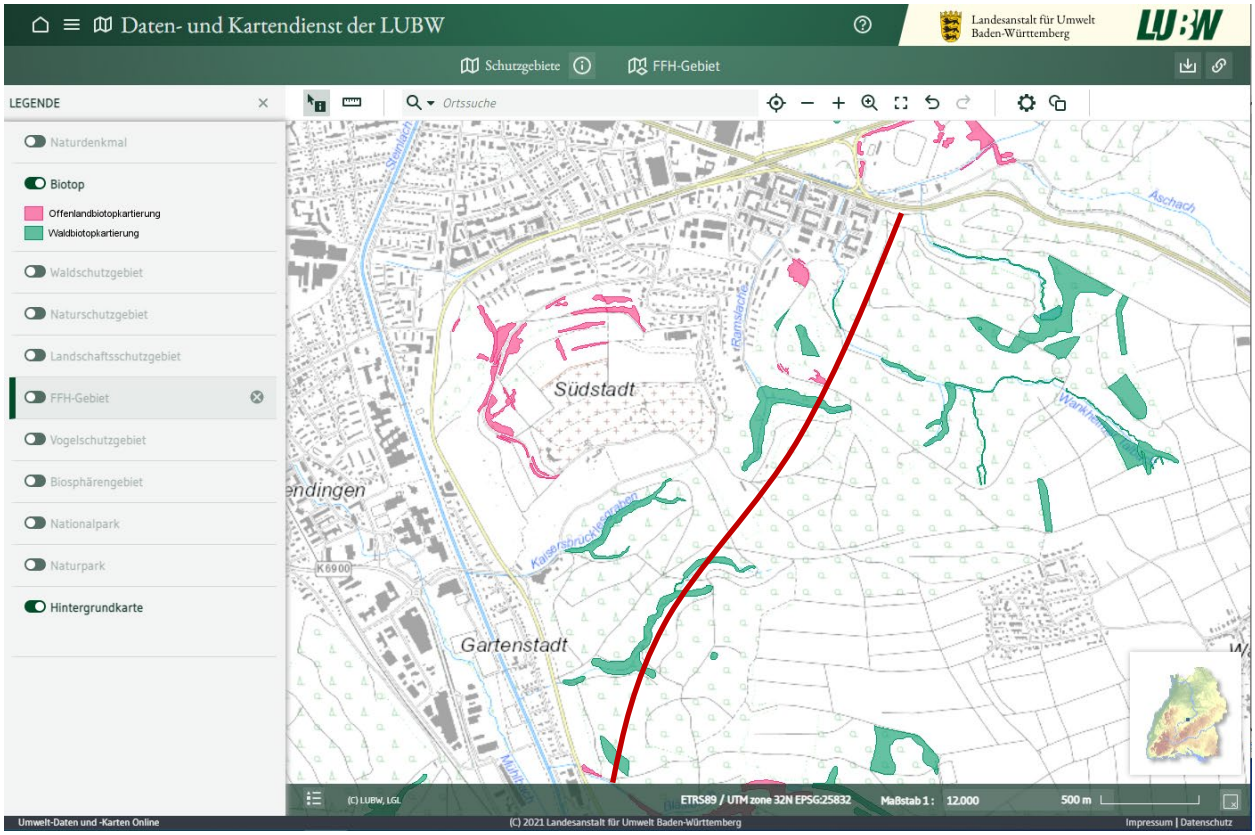


Abbildung 8-1: Lageplan kartierter Biotope im Umfeld der Tunneltrasse. Rosa eingefärbte Flächen: Offenlandbiotopkartierung; grün eingefärbte Flächen: Waldbiotopkartierung. Rote Linie = ca.-Lage der Tunneltrasse (aus: LUBW-Kartendienst).

Hinsichtlich weiterer Naturschutzbelange (Waldschutzgebiet, Naturschutzgebiet, Landschaftsschutzgebiet, FFH-Gebiet, Vogelschutzgebiet) liegen im Umfeld der Tunneltrasse keine Festlegungen vor.

8.2 Bewertung der dauerhaften Auswirkungen des Tunnelbauwerks

8.2.1 Sicherstellung der Umläufigkeit des Tunnelbauwerks

In den Bauabschnitten, in denen der Tunnel in einer grundwasserführenden Schicht verläuft, ist durch bauliche Maßnahmen in regelmäßigen Abschnitten die Umläufigkeit des Tunnelbauwerks (quer zur Tunnelachse) sicherzustellen. Dadurch stellt der Tunnel kein Strömungshindernis in den grundwasserführenden Schichten des Kieselsandstein und Schilfsandstein dar.

8.2.2 Vermeidung einer Längsentwässerung des GW-Leiters durch das Tunnelbauwerk

Gleichzeitig muss in den übrigen Abschnitten eine Tunnelabdichtung gegen das Gebirge ausgeführt werden, um eine Längsentwässerung des Grundwasserleiters durch das Tunnelbauwerk zu verhindern. So wird eine Wirkung des Tunnels als „Längsdränage“ unterbunden. Falls eine bauzeitliche Dränage unter der Tunnelsohle vorhanden war, so ist sicherzustellen, dass diese nach Einbau der Innenschale wirksam verpresst wird.

Unter diesen baulichen Randbedingungen sind keine dauerhaften Auswirkungen des Tunnelbauwerks auf den Grundwasserhaushalt und die einzelnen Grundwasserstockwerke zu erwarten.

8.3 Beurteilung der Auswirkungen auf die Wasserschutzgebiete

Die Wasserschutzgebiete „Brunnen Au“ und „Unteres Neckartal“ betreffen den Quartär-Grundwasserleiter des Neckartales.
Der Tunnelbau greift nicht in das Quartär des Neckartales ein.

Für die Baumaßnahmen im Rahmen der Nordanbindung und der neuen Verkehrsführung von B27 und B28 („Tübinger Kreuz“) sind Eingriffe in das Neckartal-Quartär erforderlich.
Die Beurteilung von Auswirkungen dieser Baumaßnahmen sind nicht Gegenstand dieses Gutachtens. Sie erfolgen im Aktenvermerk des Regierungspräsidiums Tübingen „Bewertung der Straßenbaumaßnahme in Bezug auf die Wasserschutzgebiete „Brunnen Au“ und „Unteres Neckartal“, vom 04.09.2024.

Die quartäre Talfüllung des Neckartales wird unterlagert von Gesteinen des Keuper. Gemäß der Geologischen Karte von Tübingen steht unter dem Flussbett des Neckars von der Neckarbrücke

bis ca. 1,2 km flussabwärts der Schilfsandstein an. Anschließend, in etwa ab der oberen Grenze des WSG „Unteres Neckartal“, verläuft das Flussbett in den Unteren Bunten Mergeln.
Der Flusswasserstand im Unterwasser des Tübinger Wehrs liegt bei ca. 313,1 m NHN. Im Oberwasser des Wehrs zwischen Lustnau und Kirchentellinsfurt ist ein Wasserstand von 312 m NHN angegeben. Es ist davon auszugehen, dass sich der Grundwasserstand im flussbegleitenden Quartär-Aquifer auf einem ähnlichen Höhenniveau befindet. Dies wird durch die Grundwasserstandsmessungen in den neuen Quartär-Grundwassermessstellen im Bereich Tübinger Kreuz bestätigt: Die gemessenen Grundwasserstände liegen hier zwischen 314 und 313 m NHN.

Im Bereich des Nordportals und der offenen Bauweise Nord ist die Tunnelsohle auf einer Höhe von ca. 318 m NHN geplant. Dort stehen die Unteren Bunten Mergel an. Das Grundwasser wurde hier mit 4 Grundwassermessstellen in der direkten Umgebung detailliert erkundet. Der Grundwasserstand liegt im Schilfsandstein bei ca. 314 m NHN und damit ca. 4 m unterhalb der Bauwerksunterkante. Der im Hangbereich oberhalb der Tunnelfirste anstehende Kieselsandstein führt hier kein Grundwasser.
Für den Tunnelbau findet hier somit kein Eingriff in Grundwasser-führende Schichten statt. Allenfalls kann bei Pfahlbohrungen oder ähnlichen Maßnahmen für Hang- und Böschungssicherungen des Tunnelbaus in offener Bauweise örtlich der Schilfsandstein-Grundwasserleiter erreicht werden. Dies ist als unkritisch zu bewerten, wenn mit entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen (z.B. Verwendung von chromatarmem Zement) gearbeitet wird.

Eine qualitative oder quantitative Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse im Neckartal-Quartär und insbesondere im Bereich der Wasserschutzgebiete „Brunnen Au“ und „Unteres Neckartal“ durch die geplante Tunnelbaumaßnahme ist daher nicht zu besorgen. Weder bauzeitlich noch dauerhaft sind durch das Tunnelbauwerk Auswirkungen auf die Wasserschutzgebiete zu besorgen.

8.4 Beurteilung der Auswirkungen auf Oberflächengewässer

Die Oberflächengewässer wurden im Kapitel 5.5 eingehend beschrieben. Nachfolgend werden die möglichen bauzeitlichen Auswirkungen der Tunnelbaumaßnahme auf die Oberflächengewässer beurteilt. Auswirkungen des fertiggestellten Tunnels können nicht auftreten, wenn sichergestellt ist, wie in Kapitel 8.2 beschrieben, dass das Tunnelbauwerk durch geeignete Abdichtungsmaßnahmen nicht als Längsentwässerung wirkt.

8.4.1 Fließgewässer

Bläsibach: Die Trasse der B27-neu quert den Bläsibach vor dem Südportal des Tunnels. Im Zuge der neuen Straßenanbindung ist eine örtliche Verlegung des Bläsibaches geplant. Die eigentliche Tunnelbaumaßnahme liegt seitlich des Bläsibaches. Die einzige Auswirkung des Tunnelbaus auf den Bläsibach besteht darin, dass dieser als Vorflut für das geklärte Wasser der Restwasserhaltung verwendet werden soll.

Bach am Hühneracker Kapf: Die Tunneltrasse verläuft von ca. Bau-km 1+200 bis 1+500 nahe am Taleinschnitt des Baches am Hühneracker Kapf. An der Tunnelsohle steht hier der Kieselsandstein an, der bauzeitlich entwässert werden muss. Das Bachbett liegt mehr als 10 m oberhalb der Tunnelfirste. Zwischen Tunnel und Bachbett stellen die Oberen Bunten Mergel und die tonigen Schichten im unteren Teil des Stubensandstein eine wirksame hydraulische Barriere dar. Es ist gesichert davon auszugehen, dass die bauzeitliche Wasserhaltung im Kieselsandstein keine Auswirkung auf die Wasserführung des Baches am Hühneracker Kapf haben wird.

Kaiserbrücklesgraben: Aufgrund der Entfernung von über 250 m von der Tunneltrasse, bei ansonsten ähnlicher hydrogeologischer Situation wie bei dem Bach am Hühneracker Kapf, kann hier eine bauzeitliche Auswirkung ausgeschlossen werden.

Ramslache: Die Tunneltrasse verläuft zwischen ca. Bau-km 2+000 und 2+400 in der Nähe der beiden Quellbäche der Ramslache. Der Tunnelquerschnitt liegt hier in den Unteren Bunten Mergeln. Dicht oberhalb der Tunnelfirste steht der Kieselsandstein an, der gegebenenfalls bauzeitlich entspannt werden muss. Die Bachläufe liegen mehr als 20 m oberhalb des Kieselsandsteins in der Sandstein-/ Tonstein – Wechselfolge des Stubensandstein. Es ist gesichert davon auszugehen, dass die ggf. erforderliche bauzeitliche Wasserhaltung im Kieselsandstein keine Auswirkung auf die Wasserführung der Ramslache haben wird.

Blaulach / Wankheimer Talbach: Der Tunnel quert das Blaulachtal bei ca. Bau-km 2+600 bis 2+650 mit einer nur geringen Überdeckung von ca. 6 m Gestein der Unteren Bunten Mergel oberhalb der Tunnelfirste. Wegen der geringen Überdeckung und der bereichsweise zu erwartenden geringen Gesteinsfestigkeit werden hier oberhalb der Tunnelfirste stabilisierende Zusatzsicherungen geplant, die gleichzeitig die Gebirgsdurchlässigkeit verringern. Mit diesen Maßnahmen wird der Wasserzutritt aus dem Gebirge minimiert. Resultierend ist bauzeitlich allenfalls mit einer temporären, unwesentlichen Verringerung der Wasserführung der Blaulach zu rechnen.

Bach zwischen Landkutschers Kapf und Burgholz: Dieser Bach liegt durchgehend östlich der Tunneltrasse. Bauzeitliche Auswirkungen können hier ausgeschlossen werden.

8.4.2 Stehende Gewässer

Das einzige stehende Gewässer im weiteren Umfeld der Tunneltrasse ist der kleine künstlich aufgestaute See ca. 500 m östlich der Trasse, im östlichen Oberhang des Landkutschers Kapf. Der See liegt geologisch an der Grenze zwischen dem oberen Stubensandstein und dem Knollenmergel, auf einer Höhe von ca. 378 m NHN.

Hydrogeologisch und morphologisch kann eine Beeinflussung des Sees durch die Tunnelbaumaßnahme sicher ausgeschlossen werden.

8.5 Vorschläge für ein Grundwasser-Monitoring-Programm

Wie in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt wurde, ist bauzeitlich infolge des Tunnelvortriebs und der begleitenden Wasserhaltungsmaßnahmen allenfalls mit geringfügigen Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse zu rechnen.

Zur Absicherung dieser Prognose empfehlen wir die Durchführung von Beweissicherungs-Maßnahmen in Form eines Grundwasser-Monitoring-Programms. Hierzu sollten an ausgewählten Grundwassermessstellen kontinuierliche Grundwasserstandsmessungen durchgeführt werden. Das Monitoringprogramm sollte mindestens ein Jahr vor Beginn der Baumaßnahme starten und bis ca. 2 Jahre nach Fertigstellung des Tunnels fortgeführt werden. Die Grundwasserstandsmessungen vor Beginn der Baumaßnahme sollten gleichzeitig dazu dienen, die bisherigen vorläufigen Bemessungsgrundwasserstände durch längere Zeitreihen abzusichern.

Wir schlagen hierzu vor, in den folgenden, für die jeweiligen Tunnelbereiche und Grundwasserstockwerke repräsentativen Grundwassermessstellen Pegelsonden mit Datenlogger zu installieren:

- Quartär-Grundwasserstockwerk:
  - B1-11/06 (Anschlussbereich Süd / Steinlachtal)
  - KB24/20 (Weiher östlich der Tunneltrasse)
  - KB33/20 (Anschlussbereich Nord / Neckartal)
- Stubensandstein-Grundwasserstockwerk:
  - KB12/20 (Zentralbereich Schindhau)
- Kieselsandstein-Grundwasserstockwerk:
  - KB01/20 (Südportal)
  - KB06/20 (Nähe Hühneracker Kapf)
  - KB07/20 (Bach am Hühneracker Kapf)
  - KB14/20 (Zentralbereich Schindhau)
- Schilfsandstein-Grundwasserstockwerk:
  - KB16/20 (Blaulach-Tal)
  - KB17/20 (Blaulach-Tal)
  - KB22/20 (Nordportal)

Wie im Gutachten ausführlich dargestellt, ist aus unserer Sicht eine Beeinflussung von Oberflächengewässern durch die Tunnelbaumaßnahme nicht zu besorgen. Ein Monitoring an Oberflächengewässern ist daher unseres Erachtens nicht erforderlich. Hinzu kommt, dass der Abfluss der einzelnen Oberflächengewässer sehr starken und unregelmäßigen jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist. Vor dem Hintergrund dieser Schwankungen ist nicht damit zu rechnen, dass etwaige geringfügige Änderungen infolge der Tunnelbaumaßnahme erkannt werden könnten. Das o.g. empfohlene Grundwassermonitoring ist in dieser Hinsicht wesentlich aussagekräftiger.

9 Schlussbemerkungen

Im vorliegenden Gutachten werden die hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich des geplanten Schindhau-Basistunnels beschrieben. Die durchgeführten Felduntersuchungen und Bohrlochversuche werden beschrieben und ausgewertet.
Darauf aufbauend werden die Grundwasserverhältnisse im Hinblick auf die im Zuge des Tunnelbaus erforderlichen bauzeitlichen Wasserhaltungsmaßnahmen beschrieben.
Anschließend erfolgt eine Bewertung etwaiger bauzeitlicher und dauerhafter Auswirkungen des Tunnels auf Grundwasser, Oberflächengewässer und weitere Schutzgüter.

Angesichts der überwiegend gering durchlässigen Gesteine im Bereich der Tunneltrasse ist aus hydrogeologischer Sicht allenfalls mit geringen temporären Auswirkungen auf die lokalen Grundwasserverhältnisse zu rechnen. Zur Beweissicherung und Dokumentation wird ein Grundwasser-Monitoringprogramm empfohlen.

LGA Bautechnik GmbH
Grundbauinstitut



Dipl.-Ing. (FH) Dieter Straußberger
Abteilungsleiter

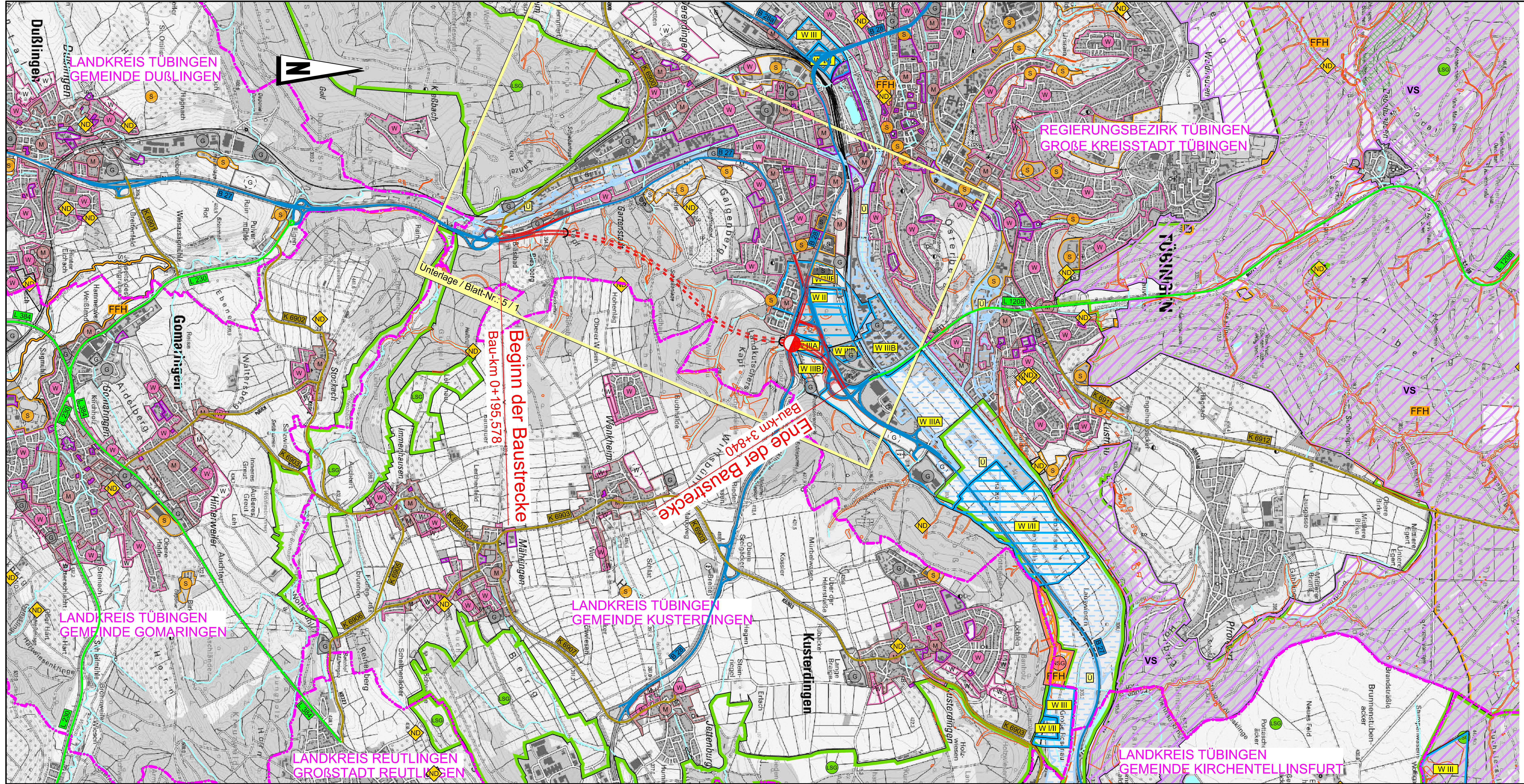
Bearbeiter:



Dr. Ulrich Henken-Mellies
Diplom-Geologe

Anlagenverzeichnis

Anlagengruppe 1	Lageplan der Bohrungen
Anlagengruppe 2	Bohrprofile und Ausbaupläne der Grundwassermessstellen
Anlagengruppe 3	Dokumentation der Wasserstandsmessungen
Anlagengruppe 4	Dokumentation der hydrogeologischen Versuche (Pumptests, Packertests, Pumpversuche)
Anlagengruppe 5	Fotodokumentation Oberflächengewässer



Zeichenerklärung

Planung

- Baumaßnahme zweibahnig
- Baumaßnahme einbahnig
- Knotenpunkt teilplanfrei
- Tunnel

Gebiete und Flächen

- W — Wohnbaufläche
- M — gemischte Baufläche
- G — gewerbliche Baufläche
- S — Sonderbaufläche
- Gemeindebedarf
- W — geplant z.B. Wohnbaufläche

Straßennetz vorhanden

- A 27 — Bundesautobahn
- B 99 — Bundesstraße
- L 578 — Landesstraße
- K 33 — Kreisstraße
- sonstige Straße

Verwaltung

- Kreisgrenze
- Gemeindegrenze

Schutzgebiete Natur, Landschaft, Wasser

- FFH — FFH-Gebiet
- VS — Europäisches Vogelschutzgebiet
- NSG — Naturschutzgbiet
- LSG — Landschaftsschutzgbiet
- ND — Naturdenkmal
- gesetzlich geschütztes Biotop
- Ü — Überschwemmungsgebiet
- W I/II — Wasserschutzgebiet Zone I / II
- W III — Wasserschutzgebiet Zone III
- Schutzwald

1

BUNG Ingenieure AG
69126 Heidelberg Englerstraße 4
69004 Heidelberg Postfach 101420
Tel.: 06221 / 306-0
Fax.: 06221 / 306-220
info@bung-ag.de

Heidelberg, den 24.05.2019 gez. ppa. Zimmermann

10936	Datum	Name
gezeichnet	Mai 2019	lzs
geprüft	Mai 2019	kes
freigegeben	23.05.2019	Kern

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg
Regierungspräsidium Tübingen

	Datum	Name
bearbeitet		

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name

	von Netzknoten	nach Netzknoten	Station
Anfangsstation	7520 060	7420 003	0 048
Endstation	7420 003	7420 062	0 696

Lagesystem:	GK [X]	UTM [ ]	Stand Kataster:	12 / 2017
Höhensystem:	NN [X]	NHN [ ]	Bestandsvermessung:	12 / 2018

VORENTWURF

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg		Unterlage	3
Straße:	B 27	Blatt-Nr.	1
Nächster Ort:	Tübingen	Übersichtslageplan	
PROJIS-Nr.:	08 91 8082 00		
PSP- Element:	V.2410.B0027 .N75	Maßstab:	1 : 25.000

B 27 Tübingen (Bläsibad) - B 28, Schindhaubasistunnel

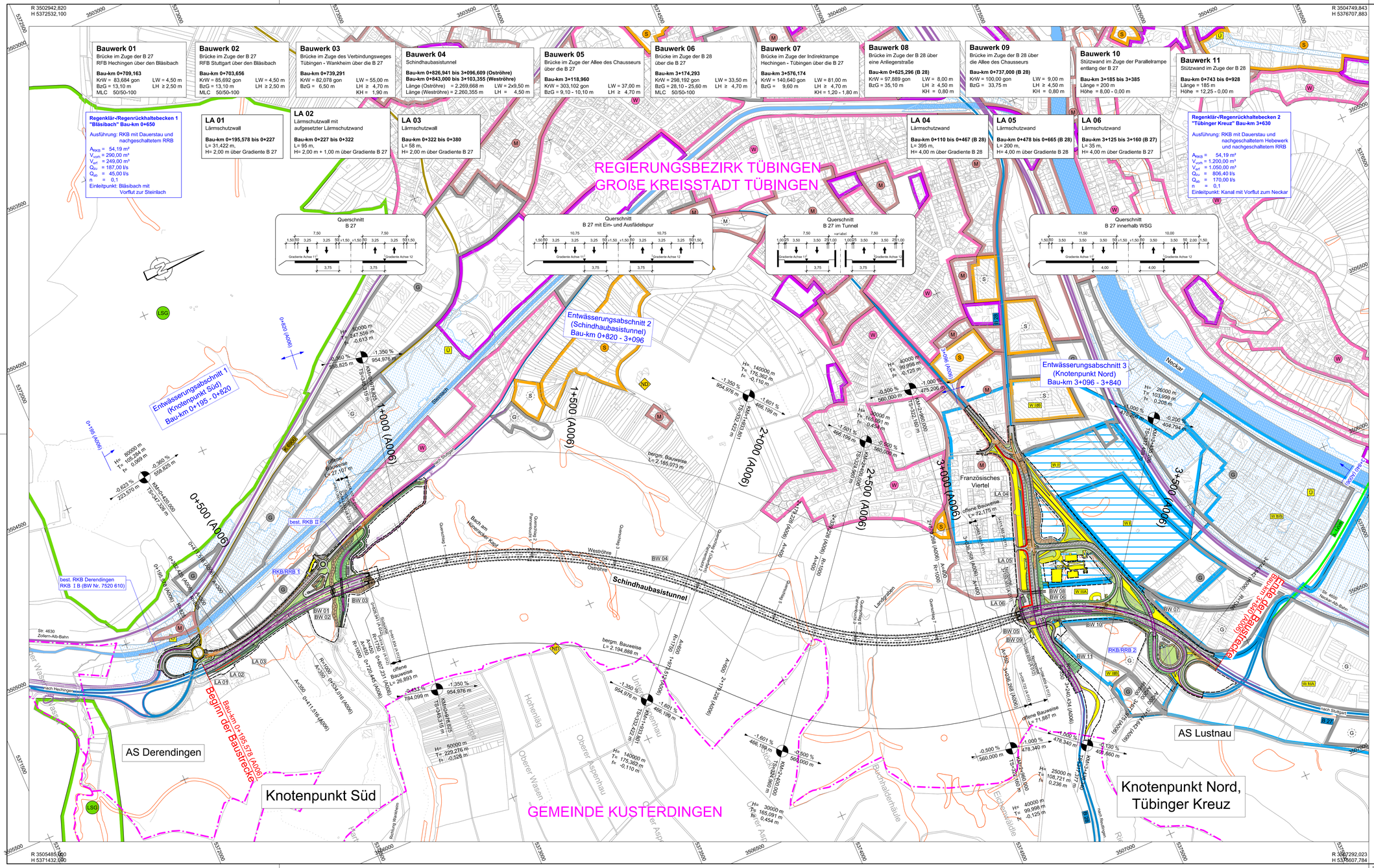
Bau-km 0+195,578 bis 3+840


Aufgestellt:	Geprüft:
Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Planung Tübingen, den 31.05.2019	Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Planung Tübingen, den

Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9 - 1/19
Geofachdaten © Landesverwaltung Baden-Württemberg

Speicherdatum: 22.10.2019
Plangröße: $0.28m^2$ (29.7x95.0cm)

Plotstiltabelle: ---- Plotdatum: 27.05.2020 Gerätename: DWG To PDF.pc3


R 3502942,820
H 5372532,100
R 3504749,843
H 5376707,883
R 3505485,000
H 5371432,000
R 3507292,023
H 5376607,784
Bauwerk 01
Brücke im Zuge der B 27
RFB Hechingen über den Bläsibach
Bau-km 0+709,163
KrW = 83,684 gon LW = 4,50 m
BzG = 13,10 m LH ≥ 2,50 m
MLC 50/50-100
Bauwerk 02
Brücke im Zuge der B 27
RFB Stuttgart über den Bläsibach
Bau-km 0+703,656
KrW = 85,692 gon LW = 4,50 m
BzG = 13,10 m LH ≥ 2,50 m
MLC 50/50-100
Bauwerk 03
Brücke im Zuge des Verbindungsweges Tübingen - Wankheim über die B 27
Bau-km 0+739,291
KrW = 82,078 gon LW = 55,00 m
BzG = 6,50 m LH ≥ 4,70 m
KH = 1,90 m
Bauwerk 04
Schindhaubasistunnel
Bau-km 0+826,941 bis 3+096,609 (Oströhre)
Bau-km 0+843,000 bis 3+103,355 (Weströhre)
Länge (Oströhre) = 2.269,668 m LW = 2x9,50 m
Länge (Weströhre) = 2.260,355 m LH = 4,50 m
Bauwerk 05
Brücke im Zuge der Allee des Chausseurs über die B 27
Bau-km 3+118,960
KrW = 303,102 gon LW = 37,00 m
BzG = 9,10 - 10,10 m LH ≥ 4,70 m
Bauwerk 06
Brücke im Zuge der B 28 über die B 27
Bau-km 3+174,293
KrW = 298,192 gon LW = 33,50 m
BzG = 28,10 - 25,60 m LH ≥ 4,70 m
MLC 50/50-100
Bauwerk 07
Brücke im Zuge der Indirektrampe Hechingen - Tübingen über die B 27
Bau-km 3+576,174
KrW = 140,640 gon LW = 81,00 m
BzG = 9,60 m LH ≥ 4,50 m
KH = 1,20 - 1,80 m
Bauwerk 08
Brücke im Zuge der B 28 über eine Anliegerstraße
Bau-km 0+625,296 (B 28)
KrW = 97,889 gon LW = 8,00 m
BzG = 35,10 m LH ≥ 4,50 m
KH = 0,80 m
Bauwerk 09
Brücke im Zuge der B 28 über die Allee des Chausseurs
Bau-km 0+737,000 (B 28)
KrW = 100,00 gon LW = 9,00 m
BzG = 33,75 m LH ≥ 4,50 m
KH = 0,80 m
Bauwerk 10
Stützwand im Zuge der Parallelrampe entlang der B 27
Bau-km 3+185 bis 3+385
Länge = 200 m
Höhe = 8,00 - 0,00 m
Bauwerk 11
Stützwand im Zuge der B 28
Bau-km 0+743 bis 0+928
Länge = 185 m
Höhe = 12,25 - 0,00 m
Regenklär-/Regenrückhaltebecken 1 "Bläsibach" Bau-km 0+650
Ausführung: RKB mit Dauerstau und nachgeschaltetem RRB
A_RKB = 54,19 m²
V_vorh = 290,00 m³
V_Vol = 249,00 m³
Q_Dr = 187,00 l/s
Q_Ab = 45,00 l/s
n = 0,1
Einleitpunkt: Bläsibach mit Vorflut zur Steinlach
LA 01
Lärmschutzwall
Bau-km 0+195,578 bis 0+227
L= 31,422 m,
H= 2,00 m über Gradiente B 27
LA 02
Lärmschutzwall mit aufgesetzter Lärmschutzwand
Bau-km 0+227 bis 0+322
L= 95 m,
H= 2,00 m + 1,00 m über Gradiente B 27
LA 03
Lärmschutzwall
Bau-km 0+322 bis 0+380
L= 58 m,
H= 2,00 m über Gradiente B 27
LA 04
Lärmschutzwand
Bau-km 0+110 bis 0+467 (B 28)
L= 395 m,
H= 4,00 m über Gradiente B 28
LA 05
Lärmschutzwand
Bau-km 0+478 bis 0+665 (B 28)
L= 200 m,
H= 4,00 m über Gradiente B 28
LA 06
Lärmschutzwand
Bau-km 3+125 bis 3+160 (B 27)
L= 35 m,
H= 4,00 m über Gradiente B 27
Regenklär-/Regenrückhaltebecken 2 "Tübinger Kreuz" Bau-km 3+630
Ausführung: RKB mit Dauerstau und nachgeschaltetem Hebewerk und nachgeschaltetem RRB
A_RKB = 54,19 m²
V_vorh = 1.200,00 m³
V_Vol = 1.050,00 m³
Q_Dr = 806,40 l/s
Q_Ab = 170,00 l/s
n = 0,1
Einleitpunkt: Kanal mit Vorflut zum Neckar
Querschnitt B 27
Querschnitt B 27 mit Ein- und Ausfädelspur
Querschnitt B 27 im Tunnel
Querschnitt B 27 innerhalb WSG
REGIERUNGSBEZIRK TÜBINGEN
GROßE KREISSTADT TÜBINGEN
GEMEINDE KUSTERDINGEN
Entwässerungsabschnitt 1 (Knotenpunkt Süd) Bau-km 0+195 - 0+820
Entwässerungsabschnitt 2 (Schindhaubasistunnel) Bau-km 0+820 - 3+096
Entwässerungsabschnitt 3 (Knotenpunkt Nord) Bau-km 3+096 - 3+840
Schindhaubasistunnel
Baubeginn 0+195,578 (A006)
Beginn der Baustrecke
Knotenpunkt Süd
Knotenpunkt Nord, Tübinger Kreuz
AS Derendingen
AS Lustnau
Steinlach
Neckar
Bach am Hühnerbiel Kopf
Französisches Viertel
Hohenlieg
Oberer Wasen
Oberer Aspenhau
Buchhalterhalde
Eichelwaldle
Landgraben
Weiherhalde
Rottenburg
Stuttgart
Reutlingen
Hechingen
Balingen
Sigmaringen
Ulm
Str. 4630 Zollern-Alb-Bahn
Str. 4630 Neckar-Alb-Bahn
best. RKB II
best. RKB Derendingen RKB 1 B (BW Nr. 7520 610)
RKB/RRB 1
RKB/RRB 2
offene Bauweise L= 27,107 m
offene Bauweise L= 26,893 m
offene Bauweise L= 72,175 m
offene Bauweise L= 71,887 m
bergm. Bauweise L=2.165,073 m
bergm. Bauweise L=2.194,888 m
Oströhre
Weströhre
BW 01
BW 02
BW 03
BW 04
BW 05
BW 06
BW 07
BW 08
BW 09
BW 10
BW 11
LA 01
LA 02
LA 03
LA 04
LA 05
LA 06
W IIA
W IIB
W IIIA
W IIIB
RW I/II
W I/II
W III
LEGENDE
Einschnittsböschung
Mulde Bankett
Fahrbahn
Mittelstreifen
Fahrbahn
Bankett
Dammböschung
Straßenebenflächen
Radweg
Gehweg
Wirtschaftsweg
Fahrbahnteiler / Insel
Brücke mit Widerlager
Lärmschutzwall
Versorgungseinrichtungen vorhanden :
Fernmeldekabel
Lichtwellen-/Glasfaserkabel
Gasleitung
Stromleitung
Freileitung
Kreisstraße
Mischwasserleitung
Fernheizleitung
Landschaftsschutzgebiet
Naturdenkmal
gesetzlich geschütztes Biotop
Überschwemmungsgebiet
Wasserschutzgebiet Zone I / II
Wasserschutzgebiet Zone III
Gebäudeabbruch
Rückbaufläche
Baustelleneinrichtungsfläche
freizuhaltendes Sichtfeld
Stützwand
Baufeldgrenze
Wildschutzzaun
Fahrzeug-Rückhaltesystem gem. RPS 2009 und RiStWag 2016
Fahrbahnquerneigung
Hochpunkt
Tiefpunkt
Neigungsbruchpunkt mit Angabe von Gefälle (-) und Steigung (+) in Prozent, Länge der Gefäll- (Steigungs-) Strecke und Halbmesser
nachrichtliche Darstellung Planung Radweg Stadt Tübingen
Gemeindegrenze
Bundesautobahn
Bundesstraße
Landesstraße
Kreisstraße
sonstige Straße
Bahnstrecke
Wohnbaufläche
gemischte Baufläche
gewerbliche Baufläche
Sonderbaufläche
geplant z.B. Wohnbaufläche
BUNG Ingenieure AG
69126 Heidelberg Englerstraße 4
69004 Heidelberg Postfach 101420
Tel.: 06221 / 30642
Fax.: 06221 / 306-220
info@bung.de
Heidelberg, den 24.05.2019 gez. ppa. Zimmermann
Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg
Regierungspräsidium Tübingen
Nr. | Art der Änderung | Datum | Name
Anfangsstation 7 5 2 0 0 6 0 0 | 7 4 2 0 0 0 3 | 0 0 4 8
Endstation 7 4 2 0 0 0 3 | 7 4 2 0 0 6 2 | 0 6 9 6
Lagesystem: GK X UTM | Stand Kataster: 12 / 2017
Höhensystem: NN X NHN | Bestandsvermessung: 12 / 2018
VORENTWURF
Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg
Straße: B 27
Nächster Ort: Tübingen
PROJIS-Nr.: 08 91 8082 00
PSP- Element: V.2410.B0027 .N75
Unterlage 5.1
Blatt-Nr. 1
Lageplan
Maßstab: 1:5.000
B 27 Tübingen (Bläsibad) - B 28, Schindhaubasistunnel
Bau-km 0+195,578 bis 3+840
Aufgestellt: Regierungspräsidium Tübingen, Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr, Ref. 44 Planung, Tübingen, den 31.05.2019
Geprüft: Regierungspräsidium Tübingen, Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr, Ref. 44 Planung, Tübingen, den
Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9 - 1/19
Geofachdaten © Landesverwaltung Baden-Württemberg
Speicherdatum: 27.06.2019
Plangröße: 0,67m² (59,4x113,5cm)



KB01_20 Rotationskernbohrung

DPH01 Schwere Rammsondierung

LGA Bautechnik GmbH Tillystraße 2 90431 Nürnberg Tel.: 0911 / 81771-0 bautechnik@lga.de		Datum	Name
	gezeichnet		
	gezeichnet	Aug. 2021	Sta
	geprüft	Aug. 2021	Sta

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg Regierungspräsidium Tübingen		Datum	Name
	bearbeitet		

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name

Geotechnik

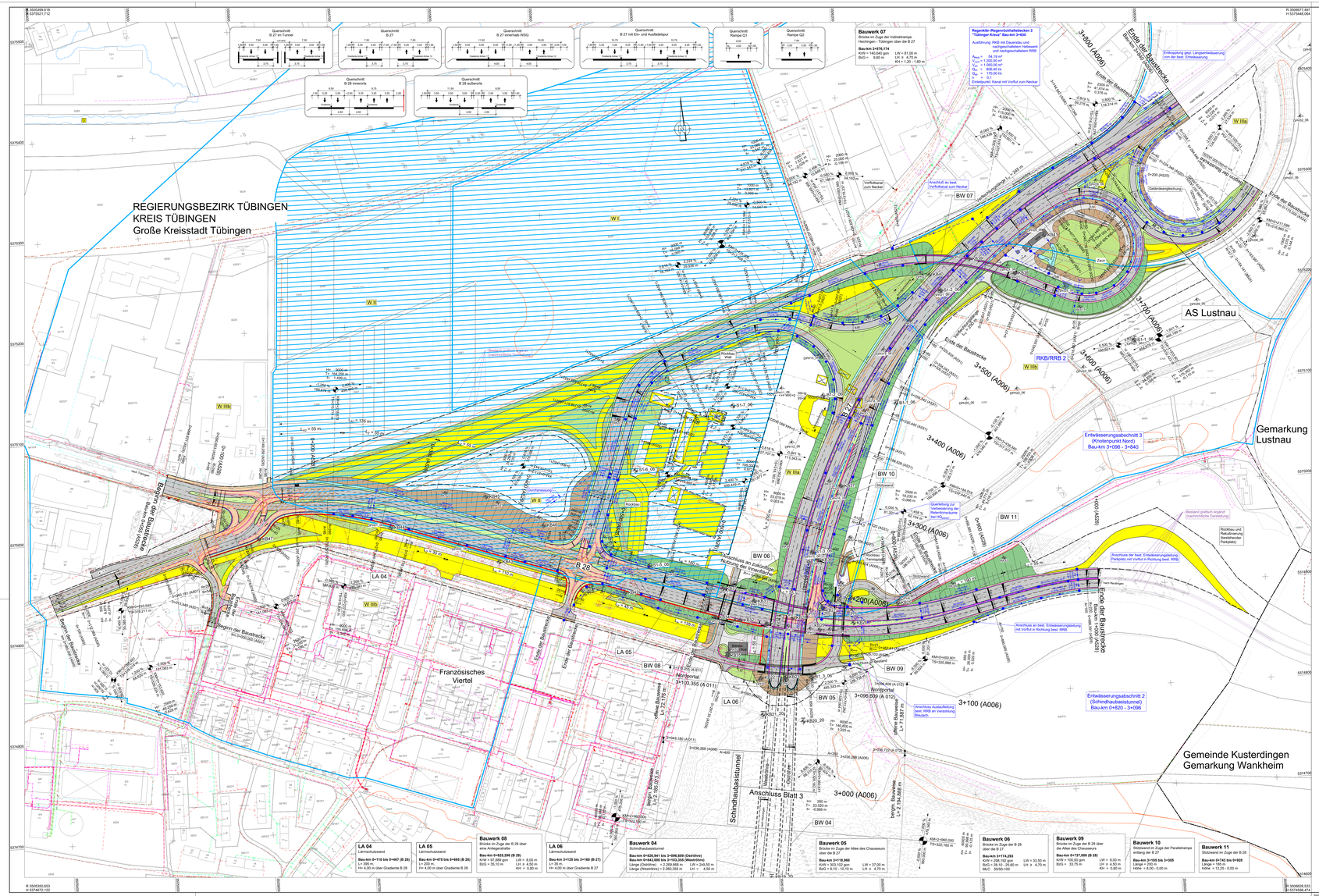
Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg		Anlage: 1.2
Straße:	B 27	Lageplan Tunnel
Nächster Ort:	Tübingen	mit Baugrundaufschlüssen
PROJIS-Nr.:	08 91 8082 00	
PSP- Element:	V.2410.B0027 .N75	Maßstab: 1 : 2500

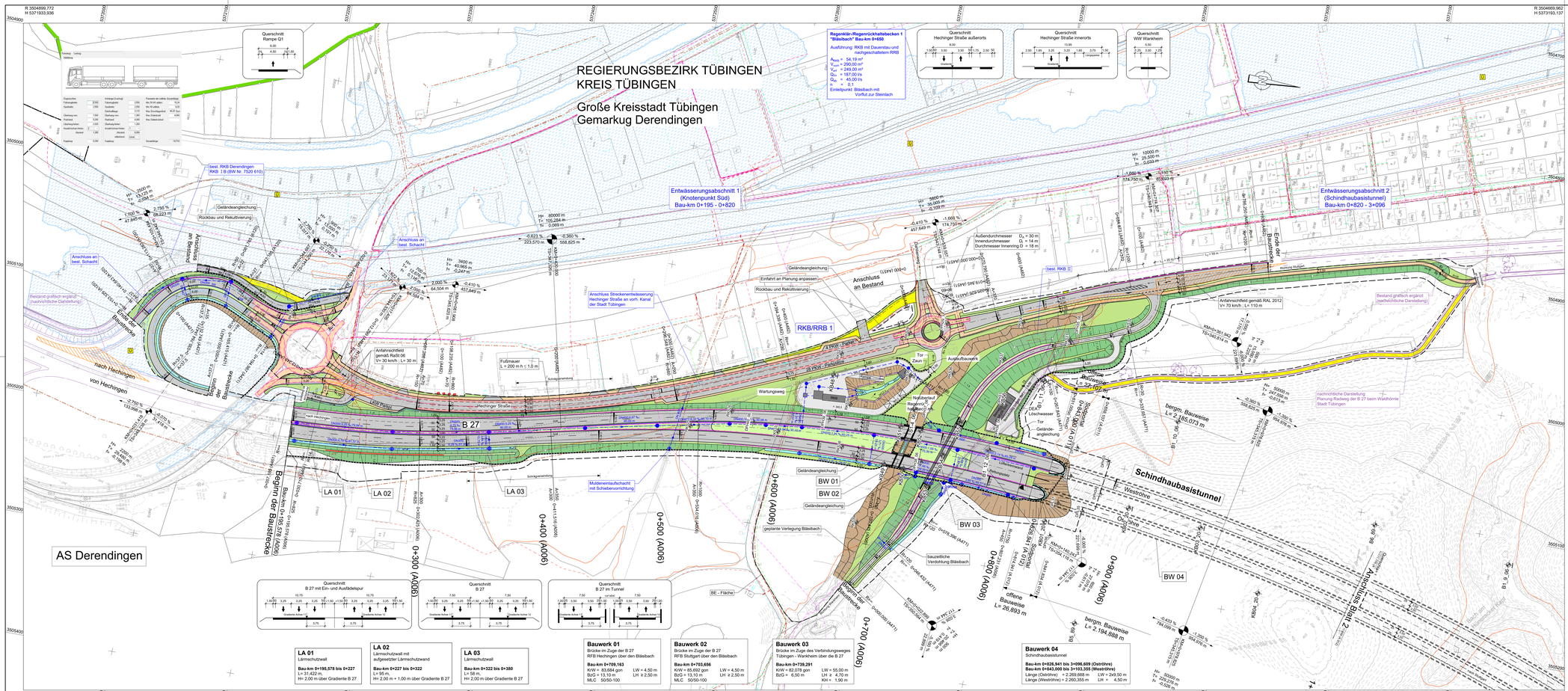
B 27 Tübingen (Bläsibad) - B 28, Schindhaubasistunnel

Bau-km 0+195,578 bis 3+840

Aufgestellt:	Geprüft:
Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Planung Tübingen, den	Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Planung Tübingen, den

Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9 - 1/19
Geofachdaten © Landesverwaltung Baden-Württemberg


REGIERUNGSBEZIRK TÜBINGEN
KREIS TÜBINGEN
Große Kreisstadt Tübingen
Bauwerk 07
Brücke im Zuge der Indirektrampe Hechingen – Tübingen über die B 27
Bau-km 3+276,174
KW = 140,840 gon LW = 81,00 m
BüG = 9,60 m LH ≥ 4,70 m
KH = 1,20 – 1,80 m
Regenklär-/Regenrückhaltebecken 2 "Tübinger Kreuz" Bau-km 3+830
Ausführung: RKB mit Dauerstau- und nachgeschalteten Hebewerk und nachgeschalteten RRB
A_AEK = 54,19 m²
V_RR = 1.050,00 m³
V_RK = 1.050,00 m³
Ü_RK = 806,40 müNN
Ü_RR = 170,00 müNN
Einleitpunkt: Kanal mit Vorflut zum Neckar
Entwässerungsabschnitt 3 (Knotenpunkt Nord) Bau-km 3+096 - 3+840
Entwässerungsabschnitt 2 (Schindhaubasistunnel) Bau-km 0+820 - 3+096
Gemarkung Lustnau
Gemeinde Kusterdingen
Gemarkung Wankheim
Französisches Viertel
AS Lustnau
Anschluss Blatt 3
Schindhaubasistunnel
Nordportal
Südportal
Offene Bauweise
Bergen der Baustrecke
Ende der Baustrecke
LA 04
LA 05
LA 06
BW 04
BW 05
BW 06
BW 07
BW 08
BW 09
BW 10
BW 11
LEGENDE
Einschnittsböschung
Mulde
Bankett
Fahrbahn
Mittelstreifen
Fahrbahn
Bankett
Dammböschung
Straßenbegrenzungsfläche
Radweg
Gehweg
Wirtschaftsweg
Fahrbahnleiter / Insel
Böschung mit Widerlager
Lärmschutzwall
Versorgungseinrichtungen vorhanden:
Fernmeldekabel
Lichtwellen-/Glasfaserkabel
Gasleitung
Stromleitung
Fernleitung
Wasserleitung
Mischwasserleitung
Fernmeldeleitung
Entwässerung vorhanden:
Regenwasserleitung mit Angabe von Fließrichtung
geplant:
KS Kontrollschacht DN 1000
ME Muldeneinlauf DN/1000
Gebäudeabbruch
Rückbaufläche
Bauwerkserneuerungsfläche
freizuhaltendes Sichtfeld
Stützwand
Baufeldgrenze
Wildschutzzaun
Fahrzeug-Rückhaltesystem gem. RPS 2009 und RiStWag 2018
Fahrbahnquerneigung
Hochpunkt
Tiefpunkt
Neigungsbruchpunkt (Angabe der Neigung in % und Steigung (+) in Prozent, Länge der Gefäll- (Übergangs-) Bogen und Radien)
nachrichtliche Darstellung Planung Radweg Stadt Tübingen
Gemeindegrenze
Gemarkungsgrenze
Landschaftsschutzgebiet
Naturdenkmal
gesetzlich geschütztes Biotop
Überschwemmungsgebiet
Wasserschutzgebiet Zone I / II
Wasserschutzgebiet Zone III
Haltsichtweite
Haltsichtweite
Haftungslänge, Schlupflänge, Prellhöhe, Material
KB BOHRUNG
GWM GRUNDWASSERMESSSTELLE
S SCHURF
DPH SCHWERE RAMMSONDIERUNG
RKS RAMMKERNSONDIERUNG
LGA Bautechnik GmbH
Tillystraße 2
90431 Nürnberg
BUNG Ingenieure AG
Bonhoeffer Straße 9 – Quartier 4
69basis Heidelberg Postfach 101420
VORENTWURF
Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg
Straße: B 27
Nächster Ort: Tübingen
PROJIS-Nr.: 08 91 8082 00
PSP-Element: V 2410 80027 N75
Lageplan
Kreisverkehr Nord, Tübinger Kreuz
Bau-km 3+000 - 3+840
Maßstab: 1:1.000
B 27 Tübingen (Bläsibad) - B 28, Schindhaubasistunnel
Bau-km 0+195,578 bis 3+840
Aufgestellt: Regierungspräsidium Tübingen, Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr, Ref. 44 Planung
Tübingen, den 31.05.2019
Gesehen: Regierungspräsidium Tübingen, Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr, Ref. 44 Planung
Tübingen, den
LA 04 Lärmschutzwand Bau-km 0+110 bis 0+467 (B 28) L= 356 m, H= 4,00 m über Gradiente B 28
LA 05 Lärmschutzwand Bau-km 0+475 bis 0+665 (B 28) L= 250 m, H= 4,00 m über Gradiente B 28
LA 06 Lärmschutzwand Bau-km 0+125 bis 0+160 (B 27) L= 35 m, H= 4,00 m über Gradiente B 27
Bauwerk 08 Brücke im Zuge der B 28 über eine Anliegerstraße Bau-km 0+025,299 (B 28) KW = 97,889 gon LW = 8,00 m BüG = 30,10 m LH ≥ 4,50 m KH = 0,50 m
Bauwerk 04 Schindhaubasistunnel Bau-km 0+820,941 bis 3+096,605 (Oströhre) Bau-km 0+843,000 bis 3+103,355 (Weströhre) Länge (Oströhre): = 2.269,668 m LW = 246,50 m Länge (Weströhre): = 2.260,355 m LH = 4,50 m
Bauwerk 05 Brücke im Zuge der Allee des Chausseurs über die B 27 Bau-km 3+112,900 KW = 303,102 gon LW = 37,00 m BüG = 9,10 – 10,10 m LH = 4,70 m
Bauwerk 06 Brücke im Zuge der B 28 über die B 27 Bau-km 3+174,283 KW = 296,182 gon LW = 33,50 m BüG = 28,10 – 25,80 m LH ≥ 4,70 m MLC 50/50-100
Bauwerk 09 Brücke im Zuge der B 28 über die Allee des Chausseurs Bau-km 0+737,000 (B 28) KW = 100,09 gon LW = 9,00 m BüG = 33,79 m LH ≥ 4,50 m LH = 5,80 m
Bauwerk 10 Brücke im Zuge der Parallelrampe entlang der B 27 Bau-km 3+185 bis 3+385 Länge = 200 m Höhe = 6,00 – 0,00 m
Bauwerk 11 Stützwand im Zuge der B 28 Bau-km 0+143 bis 0+928 Länge = 785 m Höhe = 12,25 – 0,00 m
Anfangsstation: Endstation: von Nachbruken: nach Nachbruken: Station
Lagesystem: GK X UTM Stand Kataster: 12 / 2017
Höhensystem: NH X NHN Bestandsvermessung: 12 / 2018
Nr. Art der Änderung Datum Name
1 Eintragung von Bohrpunkten Okt. 2021 Sta
gezeichnet Datum Name
gezeichnet Okt. 2021 Sta
geprüft Okt. 2021 Sta
gezeichnet Mai 2019 kld
geprüft Mai 2019 kes
freigegeben 23.05.2019 Kern
bearbeitet Datum Name
Unterlage 5.2
Blatt-Nr. 4
Blattgröße 841 x 1189
Bearbeitungsstand: 10.11.2021
Dateipfad: T:\bau\27_Tübinger Kreuz\Planung\Vorentwurf\Lageplan\Lageplan_Kreisverkehr_Nord_Tübinger_Kreuz.dgn



LEGENDE

- Einschnittsböschung
- Mulde Bankett
- Fahrbahn
- Mittelstreifen
- Fahrbahn
- Bankett
- Dammböschung
- Straßenbenförfläche
- Radweg
- Gehweg
- Wirtschaftsweg
- Fahrbahnteiler / Insel
- Brücke mit Widerlager
- Lärmschutzwall
- Gebüschabbruch
- Rückbaufläche
- Baustelleneinrichtungsfläche
- freizuhaltendes Sichtfeld
- Stützwand
- Baufeldgrenze
- Wildschutzzaun
- Fahrzeug-Rückhaltesystem gem. RPS 2009 und RStO/Wg 2016
- Fahrbahnneigung
- Hochpunkt
- Tiefpunkt
- Neigungsbruchpunkt mit Angabe von Gefälle (-) und Steigung (+) in Prozent, Länge der Gefäll- (Steigungs-) Strecke und Halbmesser
- nachrichtliche Darstellung Planung Radweg Stadt Tübingen
- Gemeindegrenze
- Gemarkungsgrenze

Versorgungseinrichtungen vorhanden:
- Fernmeldekabel
- Lichtwellen-/Glasfaserkabel
- Gasleitung
- Stromleitung
- Freileitung
- Wasserleitung
- Mischwasserleitung
- Fernheizleitung

Entwässerung vorhanden:
- Regenwasserleitung mit Angabe von Fließrichtung

geplant:
- KS Kontrollschacht DN 1000
- ME Muldeneinlauf DN1000

- Landschaftsschutzgebiet
- Naturdenkmal
- gesetzlich geschütztes Biotop
- Überschwemmungsgebiet
- Wasserschutzgebiet Zone I / II
- Wasserschutzgebiet Zone III

Haltungslänge; Sohlgefälle; Profilhöhe; Material

- KB BOHRUNG
- GWM GRUNDWASSERMESSSTELLE
- S SCHURF
- DPH SCHWERE RAMMSONDIERUNG
- RKS RAMMKERNSONDIERUNG

LGA Bautechnik GmbH
Tübinger Straße 2
90431 Nürnberg
Tel.: 0911 / 6777-0
bautechnik@lga.de

	Datum	Name
gezeichnet		
gezeichnet	Okt. 2021	Sta
geprüft	Okt. 2021	Sta

BUNG Ingenieure AG
69126 Heidelberg Englerstraße 4
Postfach 10 14 20 Heidelberg Postfach 101420
Tel.: 06221 / 338-0
Fax.: 06221 / 338-220
info@bung-ing.de

Heidelberg, den 24.05.2019 gez. ppa. Zimmermann

10936	Datum	Name
gezeichnet	Mai 2019	kld / Mfg
geprüft	Mai 2019	kes
freigegeben	23.05.2019	Kern

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg
Regierungspräsidium Tübingen

	Datum	Name
bearbeitet		

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name
1	Eintragung von Bohrpunkten	Okt. 2021	Sta

	von Netzknoten	nach Netzknoten	Station
Anfangsstation	7 5 2 0 0 6 0	7 4 2 0 0 0 3	0 0 4 8
Endstation	7 4 2 0 0 1 3	7 4 2 0 0 6 2	0 6 9 6

Lagesystem: GK [X] UTM [ ] Stand Kataster: 12 / 2017
Höhensystem: NN [X] NHN [ ] Bestandsvermessung: 12 / 2018

VORENTWURF

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg
Straße: B 27
Nächster Ort: Tübingen
PROJIS-Nr.: 08 91 8082 00
PSP- Element: V.2410.B0027.N75

Unterlage 5.2
Blatt-Nr. 1

Lageplan

Knotenpunkt Süd
Bau-km 0+195,578 - 1+100
Maßstab: 1:1.000

B 27 Tübingen (Bläsibad) - B 28, Schindhaubasistunnel


Bau-km 0+195,578 bis 3+840

Aufgestellt:	Geprüft:
Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Planung Tübingen, den 31.05.2019	Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Planung Tübingen, den

Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9 - 1/19
Kartenbasis © Landesvermessung Baden-Württemberg

Speicherdatum: 12.11.2021

Plangröße: 2.000m² (DIN A4/36-fach)



LEGENDE

- Einschnittsböschung
- Mulde
- Bankett
- Fahrbahn
- Mittelstreifen
- Fahrbahn
- Bankett
- Dammböschung
- Straßenebenflächen
- Radweg
- Gehweg
- Wirtschaftsweg
- Fahrbahnteiler / Insel
- Brücke mit Widerlager
- Lärmschutzwall
- Gebäudeabbruch
- Rückbaufläche
- Baustelleneinrichtungsfläche
- freizuhaltendes Sichtfeld
- Stützwand
- Baufeldgrenze
- Wildschutzzaun
- Fahrzeug-Rückhaltesystem gem. RPS 2009 und RiStWag 2016
- 2,5 % Fahrbahnquerneigung
- Hochpunkt
- Tiefpunkt
- H = 5000 m, -3,000 % 200,00 m, -1,000 % 725,00 m: Neigungsbrechpunkt mit Angabe von Gefälle (-) und Steigung (+) in Prozent, Länge der Gefäll- (Steigungs-) Strecke und Halbmesser
- nachrichtliche Darstellung Planung Radweg Stadt Tübingen
- Gemeindegrenze
- Gemarkungsgrenze

Versorgungseinrichtungen vorhanden :

- Fernmeldekabel
- Lichtwellen-/Glasfaserkabel
- Gasleitung
- Stromleitung
- Freileitung
- Wasserleitung
- Mischwasserleitung
- Fernheizleitung

- LSG Landschaftsschutzgebiet
- ND Naturdenkmal
- gesetzlich geschütztes Biotop
- Ü Überschwemmungsgebiet
- W I/II Wasserschutzgebiet Zone I / II
- W III Wasserschutzgebiet Zone III

Entwässerung vorhanden :

- Regenwasserleitung mit Angabe von Fließrichtung

geplant :

- KS Kontrollschacht DN 1000
- ME Muldeneinlauf DN1000
- 80,32 m;1,49 ‰ DN700;Stb — Haltungslänge; Sohlgefälle; Profilhöhe; Material

- KB BOHRUNG
- GWM GRUNDWASSERMESSSTELLE
- S SCHURF
- DPH SCHWERE RAMMSONDIERUNG
- RKS RAMMKERNSONDIERUNG

LGA Bautechnik GmbH
Tillystraße 2
90431 Nürnberg
Tel.: 0911 / 81771-0
bautechnik@lga.de

	Datum	Name
gezeichnet		
gezeichnet	Okt. 2021	Sta
geprüft	Okt. 2021	Sta

1 2 3 4

BUNG Ingenieure AG
69126 Heidelberg Englerstraße 4
69004 Heidelberg Postfach 101420
Tel.: 06221 / 306-0
Fax.: 06221 / 306-220
info@bung-ag.de

Heidelberg, den 24.05.2019 gez. ppa. Zimmermann

10936	Datum	Name
gezeichnet	Mai 2019	ktd / hfg
geprüft	Mai 2019	kes
freigegeben	23.05.2019	Kern

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg
Regierungspräsidium Tübingen

	Datum	Name
bearbeitet		

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name
1	Eintragung von Bohrpunkten	Okt. 2021	Sta

	von Netzknoten	nach Netzknoten	Station
Anfangsstation	7520 060	7420 003	0 048
Endstation	7420 003	7420 062	0 696

Lagesystem:	GK [X] UTM [ ]	Stand Kataster:	12 / 2017
Höhensystem:	NN [X] NHN [ ]	Bestandsvermessung:	12 / 2018

VORENTWURF

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg		Unterlage	5.2
Straße:	B 27	Blatt-Nr.	2
Nächster Ort:	Tübingen	Lageplan Schindhaubasistunnel Bau-km 1+100 - 2+100	
PROJIS-Nr.:	08 91 8082 00		
PSP- Element:	V.2410.B0027 .N75	Maßstab:	1:1.000


B 27 Tübingen (Bläsibad) - B 28, Schindhaubasistunnel

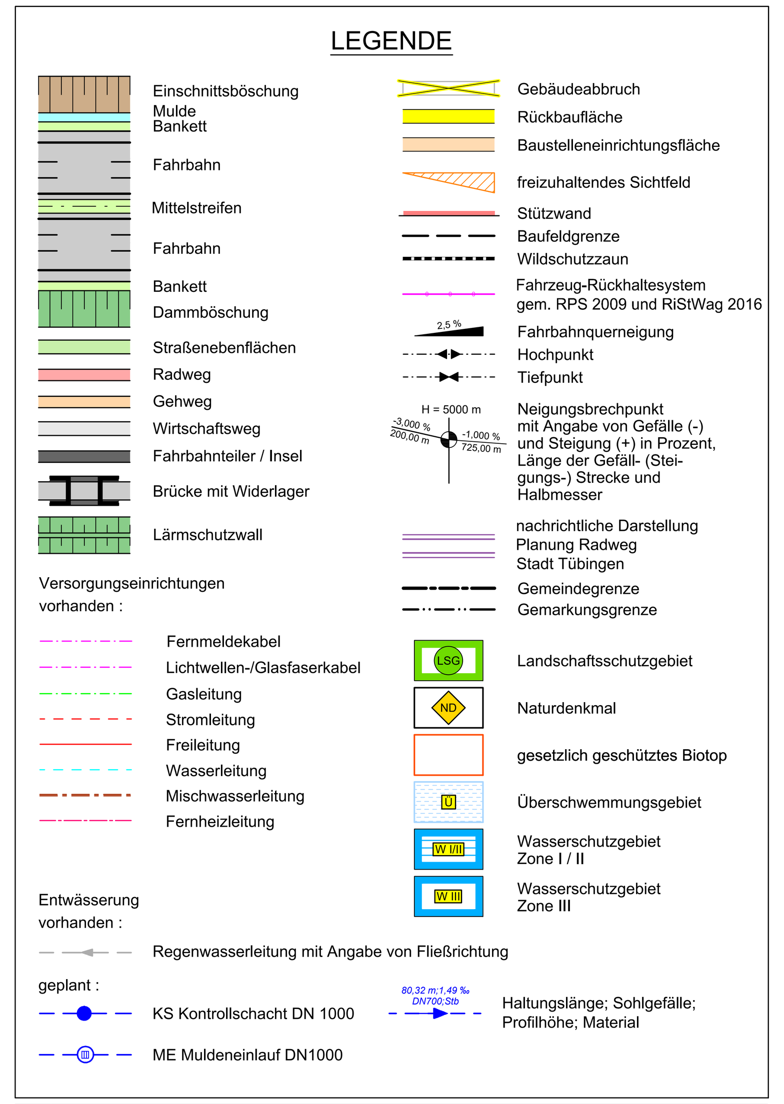
Bau-km 0+195,578 bis 3+840

Aufgestellt:	Geprüft:
Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Planung Tübingen, den 31.05.2019	Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Planung Tübingen, den

Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9 - 1/19
Geofachdaten © Landesverwaltung Baden-Württemberg

Speicherdatum: 12.11.2021
Plangröße: 0.78m² (59.4x132.0cm)
Plotstiltabelle: ---- Dateipfad: D:\20G00185_B27_Schindhau_Unterlagen\Unterlagen\Unterlagen AG\2020-05-29-Unterlagen IB Bung\B27_Schindhaubasistunnel\B27_Schindhaubasistunnel\B27_5-2_01-04_HLV_B27-B28_M1000HLV_B27-B28_M1000 mit Bohrpunkten.dwg Layoutname: U05_B02_Tunnel Plotdatum: 12.11.2021 Gerätename: DWG To PDF.pc3





KB BOHRUNG
GWM GRUNDWASSERMESSSTELLE
S SCHURF
DPH SCHWERE RAMMSONDIERUNG
RKS RAMMKERNSONDIERUNG

LGA Bautechnik GmbH Tillystraße 2 90431 Nürnberg Tel.: 0911 / 81771-0 bautechnik@lga.de		Datum	Name
	gezeichnet		
	gezeichnet	Okt. 2021	Sta
	geprüft	Okt. 2021	Sta

1 2 3 4

BUNG Ingenieure AG 69126 Heidelberg Englerstraße 4 69004 Heidelberg Postfach 101420 Tel.: 06221 / 306-0 Fax.: 06221 / 306-220 info@bung-ag.de *Heidelberg, den 24.05.2019 gez. ppa. Zimmermann*	10936	Datum	Name
	gezeichnet	Mai 2019	ktd / hfg
	geprüft	Mai 2019	kes
	freigegeben	23.05.2019	Kern

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg Regierungspräsidium Tübingen		Datum	Name
	bearbeitet		

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name
1	Eintragung von Bohrpunkten	Okt. 2021	Sta

	von Netzknoten	nach Netzknoten	Station
Anfangsstation	7520060	7420003	0048
Endstation	7420003	7420062	0696

Lagesystem:	GK ☒	UTM ☐	Stand Kataster:	12 / 2017
Höhensystem:	NN ☒	NHN ☐	Bestandsvermessung:	12 / 2018

VORENTWURF

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg		Unterlage 5.2
Straße:	B 27	Blatt-Nr. 3
Nächster Ort:	Tübingen	**Lageplan** Schindhaubasistunnel Bau-km 2+100 - 3+000
PROJIS-Nr.:	08 91 8082 00	
PSP- Element:	V.2410.B0027 .N75	Maßstab: 1:1.000

B 27 Tübingen (Bläsibad) - B 28, Schindhaubasistunnel

Bau-km 0+195,578 bis 3+840

Aufgestellt:	Geprüft:
Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Planung Tübingen, den 31.05.2019	Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Planung Tübingen, den

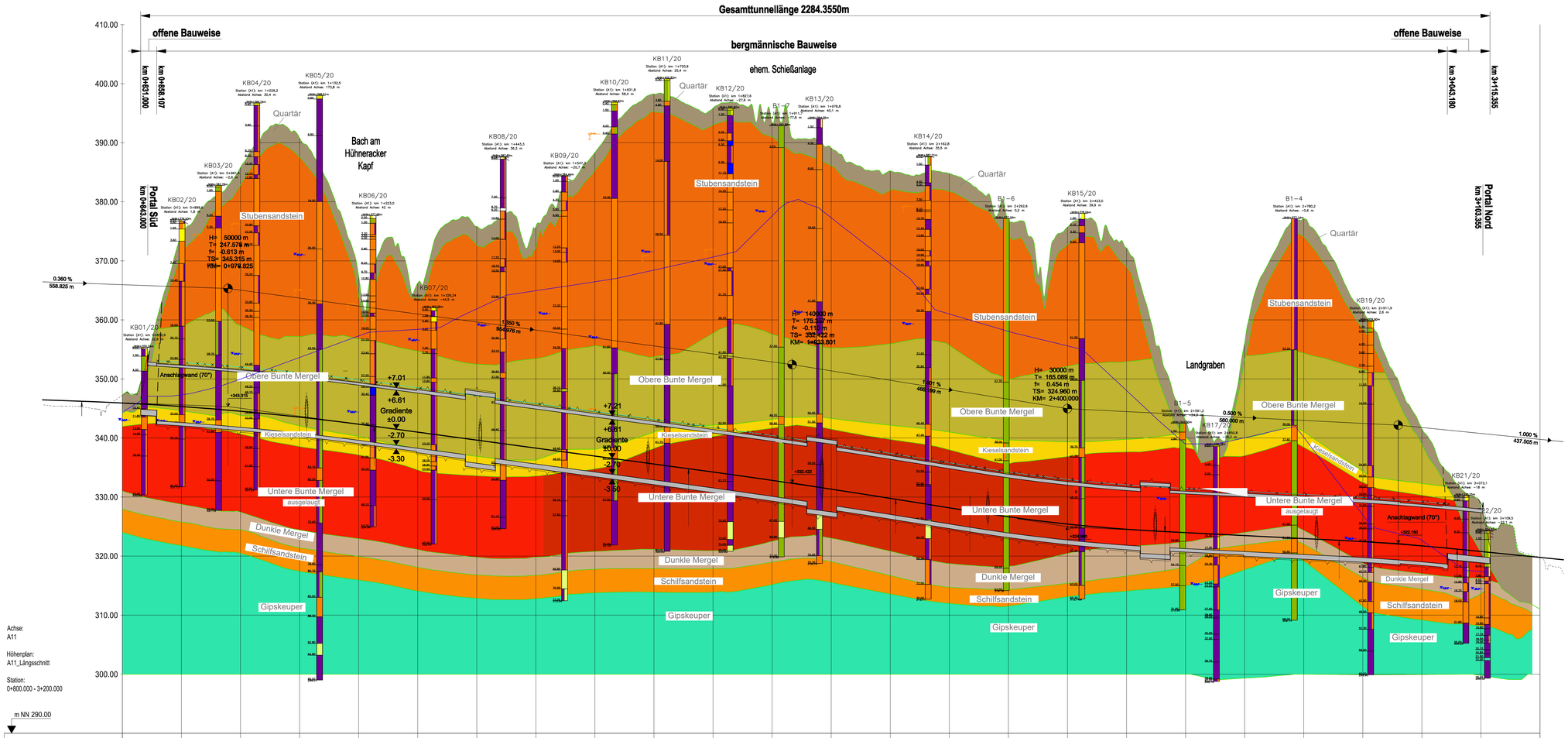
Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9 - 1/19
Geofachdaten © Landesverwaltung Baden-Württemberg

Speicherdatum: 12.11.2021

Plangröße: 0.78m² (59.4x132.0cm)

Plotstiltabelle: ---- Dateipfad: D:\20G00185_B27_Schindhau_Unterlagen\Unterlagen IB Bung\B27_Schindhaubasistunnel\B27_5-2_01-04_HLV_B27-B28_M1000\HLV_B27-B28_M1000 mit Bohrpunkten.dwg Layoutname: U05_B03_Tunnel Plotdatum: 12.11.2021 Gerätename: DWG To PDF.pc3

Höhenplan Achse 011 M. 1:2500/250
Weströhre



Achse:
A11

Höhenplan:
A11_Längsschnitt

Station:
0+800.000 - 3+200.000

Homogenbereiche

- Quartär
- Stubensandstein
- Obere Bunte Mergel
- Kieselsandstein
- Untere Bunte Mergel ausgelaugt
- Dunkle Mergel
- Schilfsandstein
- Gipskeuper

Gesteinsarten

- Sandstein
- Tonstein
- Schluffstein
- Gips
- Kalkstein, Dolomit

Bemessungswasserdrucklinie

Plandarstellung der Tunnelplanung:
Bauwerksvorentwurf Tunnelrohbau, Bauwerksplan, Höhenplan Weströhre, M 1:2500/250, Prüfexemplar, Stand 28.02.2019

LGA Bautechnik GmbH
Tillystraße 2
90431 Nürnberg
Tel.: 0911 / 655713-0
bautechnik@lga.de

	Datum	Name
gezeichnet		
gezeichnet	Feb. 2023	Sta
geprüft	Feb. 2023	Sta

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg
Regierungspräsidium Tübingen

	Datum	Name
bearbeitet		

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name

Geotechnik

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg
Straße: B 27
Nächster Ort: Tübingen

Anlage: 2.1.1
Längsschnitt A11, Weströhre mit Baugrundmodell

PROJIS-Nr.: 08 91 8082 00
PSP- Element: V.2410.B0027 .N75

Maßstab: 1 : 2500 / 250

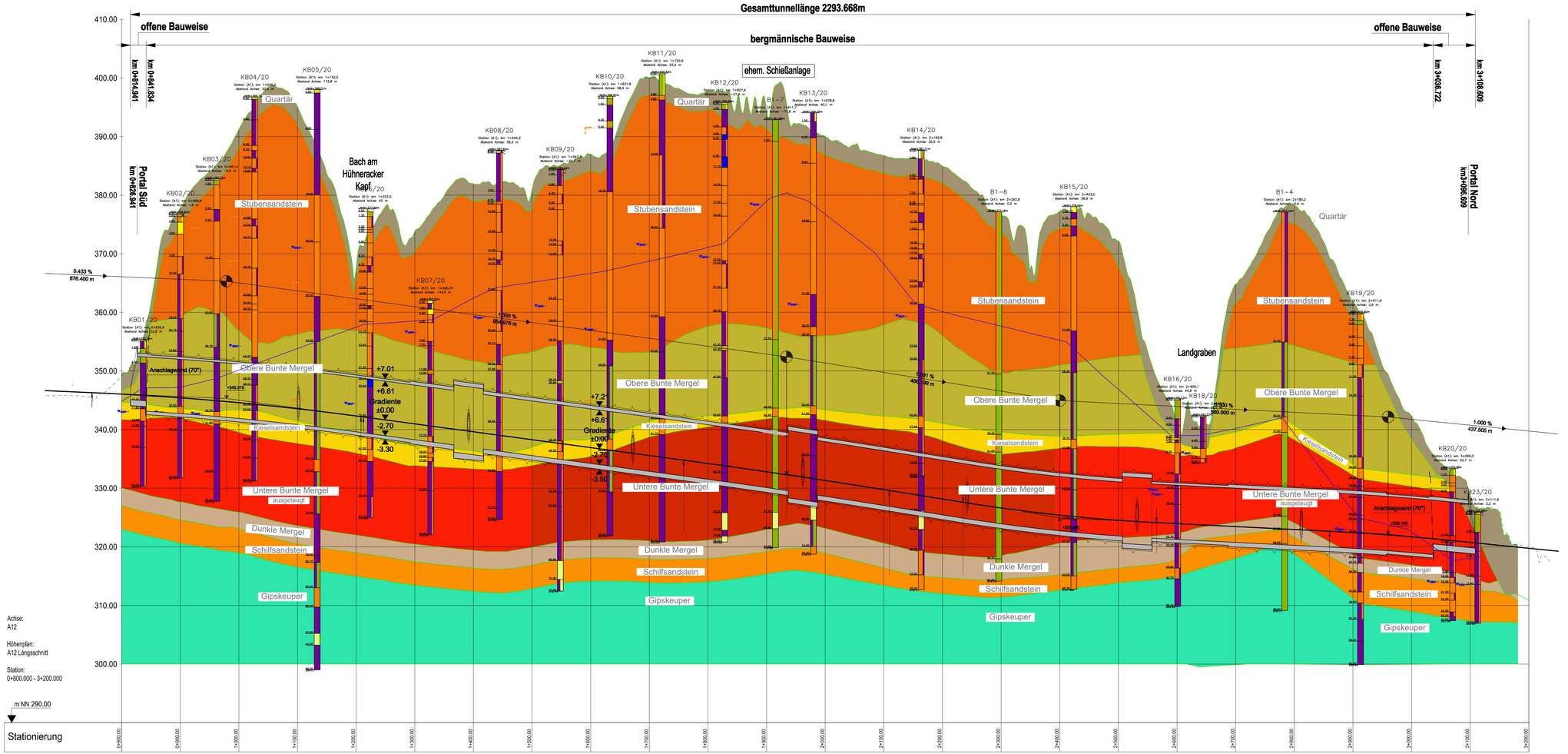
B 27 Tübingen (Bläsibad) - B 28, Schindhaubasistunnel

Bau-km 0+195,578 bis 3+840

Aufgestellt:	Geprüft:
Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Planung	Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Planung
Tübingen, den	Tübingen, den

Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9 - 1/19
Geobasisdaten © Landesvermessung Baden-Württemberg

Höhenplan Achse 012 M. 1:2500/250
Oströhre



Homogenbereiche

- Quartär
- Stubensandstein
- Obere Bunte Mergel
- Kieselsandstein
- Untere Bunte Mergel ausgelaugt
- Dunkle Mergel
- Schilfsandstein
- Gipskeuper

Gesteinsarten

- Sandstein
- Tonstein
- Schluffstein
- Gips
- Kalkstein, Dolomit

Bemessungswasserdrucklinie

Plandarstellung der Tunnelplanung:
Bauwerksvorentwurf Tunnelrohbau, Bauwerksplan, Höhenplan Oströhre, M 1:2500/250, Prüfexemplar, Stand 28.02.2019

LGA Bautechnik GmbH
Tillystraße 2
90431 Nürnberg
Tel. 0911 / 655 71-0
bautechnik@lga.de

	Datum	Name
gezeichnet		
gezeichnet	Feb. 2023	Sta
geprüft	Feb. 2023	Sta

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg
Regierungspräsidium Tübingen

	Datum	Name
bearbeitet		

Nr.	Art der Änderung	Datum	Name

Geotechnik

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg	Anlage: 2.1.2
Straße: B 27	Längsschnitt A12, Oströhre mit Baugrundmodell
Nächster Ort: Tübingen	
PROJIS-Nr.: 08 91 8082 00	
PSP- Element: V.2410.B0027..N75	Maßstab: 1 : 2500 / 250

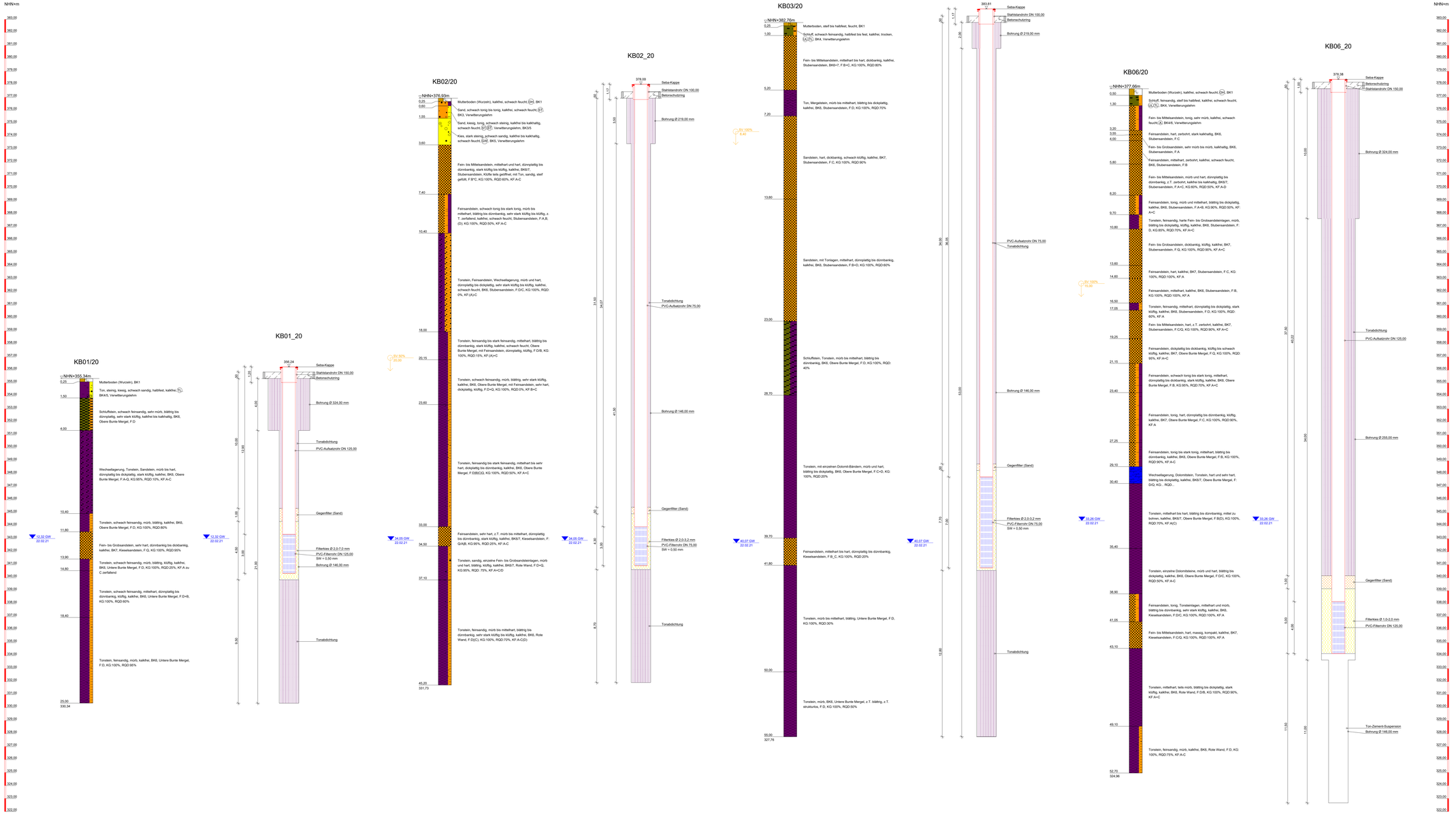
B 27 Tübingen (Bläsibad) - B 28, Schindhaubasistunnel

Bau-km 0+195,578 bis 3+840

Aufgestellt:	Geprüft:
Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Planung	Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Planung
Tübingen, den	Tübingen, den

Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9 - 1/19
Geofachdaten © Landesverwaltung Baden-Württemberg

KB03_20



LGA Bautechnik GmbH Tillystraße 2 90431 Nürnberg	B27 Schindhaubasistunnel Bohrungen mit Pegelausbau	Anlage: Projekt-Nr: Datum: Maßstab: 1 : 100 Bearbeiter:

Copyright © 1994-2021 IDEA GmbH

NHN+m

KB07/20

▽NHN+362.05m

0.50 Kies, schwach schluffig bis schluffig, schwach sandig, kalkfrei, naß, GU,(GU'), BK5

1.50 Ton, schwach kiesig, schwach feinsandig, Wurzeln, steif und halbfest, kalkfrei, feucht,(TL),(TM), BK4, Verwitterungslatem

2.40 Steine, kiesig, sandig, kalkfrei, (GW), BK5, Stubensandstein

3.80 Feinsandstein, stark tonig, mürb, blättrig bis dünnbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK6, Stubensandstein, F:A(D), KG: 100%, RQD:50%, KF:B+C

5.48 GW 22.02.21

7.00 Wechsellagerung, Fein- bis Grobsandstein, hart, dünnbankig bis dickbankig, klüftig, Tonstein, feinsandig, mürb, blättrig, kalkfrei, BK5/7, Stubensandstein, F:C+D, KG:100%, RQD:80%, KF:A(+C)

7.75 Tonstein, feinsandig, mürb, blättrig bis dünnplattig, kalkfrei, BK6, Stubensandstein, F:D, KG:100%, RQD:0%, KF:B+C

11.90 Tonstein, stark sandig, mittelhart, teils mürb, dickplattig bis dünnbankig, klüftig, kalkfrei bis kalkhaltig, BK6, Stubensandstein, F:D/B, KG:100%, RQD:75%, KF:A-C

12.60 Fein- bis Grobsandstein, hart, dünnbankig bis dickbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK7, Stubensandstein, F:C+Q, KG: 100%, RQD:100%, KF:A/B

14.40 Wechsellagerung, Tonstein, schwach feinsandig, Steinmergel, mürb bzw. hart, blättrig bis dünnplattig, kalkfrei, BK6, Obere Bunte Mergel, F:D/B/C, KG:100%, RQD:70%, KF:A-C

23.20 Ton, Mergelstein, feinsandig, mittelhart und hart, lokal sehr hart, serizerzit mürb, dünnbankig bis dickbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK5/7, Obere Bunte Mergel, F:D/C/Q, KG:100%, RQD: 80%, KF:A+C

26.05 Feinsandstein, tonig, mittelhart und hart, lokal mürb, dünnbankig bis dickbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK5/7, Kieselsandstein, F:C/B(A), KG:100%, RQD:80%, KF:A, lokal C

26.80 Fein- bis Mittelsandstein, dickbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK7, Kieselsandstein, F:Q, KG:100%, RQD:100%, KF:A

27.50 Feinsandstein, tonig, hart und mürbe, dünnplattig bis dünnbankig, klüftig, kalkfrei, BK6, Kieselsandstein, F:C+A, KG: 100%, RQD:50%, KF:A(+C)

32.50 Tonstein, schwach feinsandig, mittelhart, teils mürb, dünnbankig bis dickbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F:D/B, KG:100%, RQD:80%, KF:A(+C)

40.00 322.05 Tonstein, feinsandig, mürb, teils mittelhart, dünnplattig bis dünnbankig, stark klüftig bis klüftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, z. T. Auflockerungsstrukturen, F:A(+B), KG:100%, RQD:75%, KF: B(+C).

5.48 GW 22.02.21

KB07_20

362.64 Seba-Kappe

Stahlstandrohr DN 100.00

Betonschutzring

Bohrung Ø 180.00 mm

Tonabdichtung PVC-Aufsatzrohr DN 75.00

Gegenfilter (Sand)

Filterkies Ø 1.0-2.0 mm PVC-Filterrohr DN 75.00 SW = 0.50 mm

Tonabdichtung

22.60

24.75

36.60

12.60

3.00

0.50

4.50

3.00

28.59 GW 22.02.21

28.59 GW 22.02.21

KB08/20

▽NHN+387.60m

0.10 Mutterboden (Auffüllung, Schluff, schwach kiesig, schwach sandig, Wurzeln), steif, kalkfrei, (CH), BK1

0.45 Auffüllung (Kies, stark tonig), stark kalkhaltig, (GT), BK4

7.00 Ton, feinsandig, schwach steinig, schwach kiesig, halbfest, kalkfrei bis stark kalkhaltig, schwach feucht,(TL),(TM), BK4, Knollenmergel

8.70 Tonstein, feinsandig bis stark feinsandig, mürb, dünnplattig, sehr stark klüftig, kalkfrei bis stark kalkhaltig, BK6, Stubensandstein, F:D, KG:100%, RQD:80%, KF:A+B

9.20 Steinmergel, dickplattig bis dünnbankig, stark klüftig bis klüftig, stark kalkhaltig, BK5/7, Stubensandstein, F:Q, KG:100%, RQD: 100%, KF:A-B

10.60 Feinsandstein, tonig, mürb, dünnbankig, klüftig, kalkfrei, BK6, Stubensandstein, F:A+D, KG:100%, RQD:100%, KF:A

14.00 Wechsellagerung, Feinsandstein, schwach tonig, Steinmergel, fein- bis grobkörnig, mürb und mittelhart, bzw. hart, dickplattig bis dünnbankig, stark klüftig bis klüftig, kalkhaltig bis stark kalkhaltig, BK6, Stubensandstein, F:A,B,C, KG:95%, RQD:75%, KF:A+C

17.25 Steinmergel, fein- bis mittelkörnig, Feinsandsteinlagen, sehr hart und mittelhart, dünnbankig bis massig, klüftig bis kompakt, kalkhaltig bis stark kalkhaltig, BK5/7, Stubensandstein, F B+Q, KG:100%, RQD:90%, KF:A(C)

18.70 Feinsandstein, tonig, Tonlagen, mürb bis mittelhart, blättrig bis dünnplattig, sehr stark klüftig, kalkfrei bis kalkhaltig, BK6, Stubensandstein, F:A/B/D, KG:100%, RQD:100%, KF:A/B

19.50 Tonstein, stark feinsandig, mittelhart und mürb, blättrig bis dickplattig, sehr stark klüftig bis stark klüftig, kalkfrei, BK6, Stubensandstein, F:D, KG:100%, RQD:70%, KF:A+C

23.90 Fein- bis Mittelsandstein, hart, dickbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK7, Stubensandstein, F:C, KG:100%, RQD:95%, KF: A

30.90 Feinsandstein, schwach tonig bis stark tonig, schwach kiesig, hart bis sehr hart, mürbe Tonsteinlagen, feinsandig, dickbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK5/7, Stubensandstein, F:C/Q/D, KG: 100%, RQD:90%, KF:A

33.10 Fein- bis Grobsandstein, dünne Tonlagen, mittelhart und sehr hart, massig, kompakt, kalkfrei, BK6/7, Stubensandstein, F:B/Q, KG:100%, RQD:100%, KF:A

36.60 Tonstein, feinsandig bis stark feinsandig, hart, dickplattig bis dickbankig, stark klüftig bis schwach klüftig, kalkfrei, BK6/7, Bunte Mergel

37.50 Fein- bis Grobsandstein, hart und sehr hart, dünnbankig bis dickbankig, klüftig bis schwach klüftig, kalkfrei, BK7, Obere Bunte Mergel, F:C+Q, KG:100%, RQD:100%, KF:A

41.75 Tonstein, feinsandig, Steinmergellagen, hart und sehr hart, dünnplattig bis dünnbankig, sehr stark klüftig bis klüftig, kalkhaltig, BK5/7, Obere Bunte Mergel, F:C+Q, KG:100%, RQD: 75%, KF:A+C

46.40 Tonstein, stark sandig, hart, dünnplattig bis dünnbankig, sehr stark klüftig bis klüftig, kalkhaltig, BK5/7, Obere Bunte Mergel, F:C, KG:100%, RQD:95%, KF:A

52.00 Tonstein, feinsandig, Steinmergellagen, hart und sehr hart, dünnplattig bis dickbankig, sehr stark klüftig bis schwach klüftig, kalkfrei bis kalkhaltig, BK5/7, Obere Bunte Mergel, F:C+Q, KG: 100%, RQD:90%, KF:A

54.80 Feinsandstein, dickplattig bis dickbankig, stark klüftig bis schwach klüftig, kalkfrei, BK7, Kieselsandstein, F:Q, KG:100%, RQD:95%, KF:A

61.10 Tonstein, mittelhart bis hart, blättrig bis dickplattig, sehr stark klüftig bis stark klüftig, Rote Wand, F:B/C/D, KG:100%, RQD: 90%, KF:A+C

63.00 324.65 Tonstein, mürb, blättrig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F:D, KG:95%, RQD:75%, KF:A-C

43.05

41.84

KB08_20

388.49 Seba-Kappe

Stahlstandrohr DN 100.00

Betonschutzring

Bohrung Ø 324.00 mm

Tonabdichtung PVC-Aufsatzrohr DN 75.00

Bohrung Ø 146.00 mm

Gegenfilter (Sand)

Filterkies Ø 1.0-2.0 mm PVC-Filterrohr DN 75.00 SW = 0.50 mm

Tonabdichtung

0.50

1.00

4.53

1.00

5.00

8.00

15.00

53.55

39.84

28.59 GW 22.02.21

KB10/20

▽NHN+396.87m

0.40 Mutterboden, feucht, BK1

1.50 Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig, halbfest bis fest, (TL),(TM), BK4

4.20 Tonstein, mürb, BK4/6, Oberer Stubensandstein

5.40 Sandstein, Schlufflstein, mürb, BK6, Stubensandstein, F:A, KG: 100%, RQD:0%,

16.30 Tonstein, Sandsteinlagen, mürb, dünnbankig bis dickbankig, BK6, Stubensandstein, F:B,D; KG:100%, RQD:50%,

41.60 Sandstein, mürbe Tonsteinlagen, hart, dickbankig bis massig, schwach klüftig, BK7, Stubensandstein, F:C,D; KG:100%, RQD: 95% (Bst), 70% (Twv)

46.00 Wechsellagerung, Tonstein, Konglomerat, mittelhart bis hart, dickbankig, schwach klüftig, BK7, F:C,D; KG:100%, RQD:80%

58.50 Tonstein, Schlufflstein, Steinmergellagen, hart und sehr hart, massig, kompakt, BK7, Obere Bunte Mergel, F:D; KG:100%, RQD:90%

60.50 Feinsandstein, hart, massig, kompakt, BK7, Kieselsandstein, F: C; KG:100%, RQD:100%

67.50 Tonstein, Schlufflstein, mittelhart bis hart, dickbankig bis massig, kompakt, BK7, Rote Wand, F:D, KG:100%, RQD:90%

75.00 321.87 Tonstein, Gipslagen, mittelhart bis hart, dickbankig bis massig, kompakt, BK7, Untere Bunte Mergel, F:D, KG:100%, RQD:90%

5.40 GW 22.02.21

KB10_20

397.87 Seba-Kappe

Stahlstandrohr DN 150.00

Betonschutzring

Bohrung Ø 324.00 mm

Tonabdichtung PVC-Aufsatzrohr DN 125.00

Bohrung Ø 255.00 mm

Gegenfilter (Sand)

Filterkies Ø 1.0-2.0 mm PVC-Filterrohr DN 125.00 SW = 0.50 mm

Bohrung Ø 146.00 mm

Tonabdichtung

0.50

1.00

4.65

1.00

55.00

56.50

61.00

13.00

6.00

16.00

BV 100% 24.00

26.40 GW 22.02.21

26.40 GW 22.02.21

KB12/20

▽NHN+395.82m

0.30 Mutterboden, steif bis halbfest, kalkfrei, trocken, (CH), BK1

1.20 Schluff, steinig, kiesig, tonig, schwach feinsandig, steif bis halbfest, stark kalkhaltig bis kalkhaltig, (LA,(TL)), BK4

4.20 Ton, Tonstein, sehr mürb, blättrig, sehr stark klüftig, kalkhaltig, (TL), BK4/6, Knollenmergel, KG:100%, RQD:90%, KF:A+C

5.50 Fein- bis Grobsandstein, tonig bis stark tonig, mürb, dünnbankig, klüftig, kalkfrei bis kalkhaltig, BK6, F:A/D, KG:95%, RQD:90%, KF:A-C

6.30 Dolomitstein, hart, dünnbankig bis dickbankig, klüftig, kalkhaltig, BK7, Stubensandstein, F:C/Q, KG:100%, RQD:70%, KF:A+C

9.30 Wechsellagerung, Tonstein, stark sandig, mürb, blättrig, sehr stark klüftig, Sandstein, stark tonig, mürb, dickbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK6, F:A/D, KG:100%, RQD:100%, KF:A

11.10 Dolomitstein, hart, dünnbankig, klüftig, kalkfrei, BK7, Stubensandstein, F:C/Q, KG:100%, RQD:90%, KF:A

14.20 Feinsandstein, Tonlagen, mürb, blättrig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Stubensandstein, F:A/D, KG:100%, RQD:100%, KF:A

17.20 Fein- bis Grobsandstein, hart, dünnbankig bis dickbankig, klüftig bis schwach klüftig, kalkfrei, BK7, Stubensandstein, F: C/Q, KG:100%, RQD:100%, KF:A

19.40 Feinsandstein, mürb, blättrig, stark klüftig bis schwach klüftig, kalkfrei, BK6, F:A/D, KG:100%, RQD:100%, KF:A

27.00 Fein- bis Mittelsandstein, dünne Tonlagen, hart, dickbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK7, Stubensandstein, F:C, KG:98%, RQD:95%, KF:A (lokal C)

27.55 Tonstein, stark sandig, mürb, blättrig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Stubensandstein, F:D, KG:100%, RQD:100%, KF:A

31.70 Feinsandstein, tonig, mittelhart und hart, dünnplattig bis dickbankig, sehr stark klüftig bis schwach klüftig, kalkfrei, BK6/7, Stubensandstein, F:B+Q, KG:100%, RQD:90%, KF:A

35.70 Mittelsandstein, hart und sehr hart, dünnbankig bis massig, klüftig bis kompakt, kalkfrei, BK7, Stubensandstein, F:C+Q, KG: 100%, RQD:90%, KF:A

41.50 Tonstein, feinsandig, mittelhart, lokal mürb, blättrig bis dünnbankig, sehr stark klüftig bis klüftig, kalkfrei, BK6, Obere Bunte Mergel, F:D/A/B, KG:100%, RQD:90%, KF:A

42.30 Steinmergel, hart und sehr hart, dünnbankig, klüftig, kalkfrei, BK7, Obere Bunte Mergel, F:C+Q, KG:100%, RQD:100%, KF:A

47.00 Tonstein, schwach feinsandig, einzelne dünne Gipslagen, hart, kalkfrei, BK7, Obere Bunte Mergel, F:C, KG:100%, RQD:90%, KF:A

53.50 Tonstein, mit Mergelsteinlagen, dünne Gipslagen, hart, dünnplattig bis dickbankig, kalkfrei, BK7, Obere Bunte Mergel, F:C/Q(B), KG:100%, RQD:90%, KF:A

55.00 Feinsandstein, dickbankig bis massig, schwach klüftig bis kompakt, kalkfrei, BK7, Kieselsandstein, F:Q, KG:100%, RQD: 95%, KF:A

63.20 Tonstein, hart, dünnplattig bis dickplattig, klüftig, kalkfrei, BK6/7, Rote Wand, F:C, KG:100%, RQD:95%, KF:A

70.00 Tonstein, Gipslagen, hart, dünnplattig bis dünnbankig, stark klüftig, kalkfrei, BK6/7, Rote Wand, F:C, KG:100%, RQD:90%, KF:A

73.00 Gips, mit Tonsteinlagen, hart, dünnplattig bis dünnbankig, klüftig, kalkfrei, BK7, Rote Wand, F:C, KG:100%, RQD:95%, KF:A

74.00 Tonstein, hart, dünnplattig bis dünnbankig, sehr stark klüftig bis klüftig, kalkfrei, BK6/7, Rote Wand, F:C, KG:100%, RQD:100%, KF:A

75.00 320.82 Gips, dickplattig, klüftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F:C, KG: 100%, RQD:100%, KF:A

35.59 GW 22.02.21

KB12_20

396.82 Seba-Kappe

Stahlstandrohr DN 100.00

Betonschutzring

Bohrung Ø 219.00 mm

Tonabdichtung PVC-Aufsatzrohr DN 75.00

Gegenfilter (Sand)

Filterkies Ø 1.0-2.0 mm PVC-Filterrohr DN 75.00 SW = 0.50 mm

Bohrung Ø 146.00 mm

Tonabdichtung

1.00

2.90

20.00

20.00

1.00

14.00

13.00

72.50

38.90

35.59 GW 22.02.21

NHN+m

LGA Bautechnik GmbH

Tillystraße 2
90431 Nürnberg

B27 Schindhaubasistunnel

Bohrungen mit Pegelausbau

Anlage:

Projekt-Nr:

Datum:

Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter:

Gedruckt mit PLOTTER.exe

KB13/20

▽ NHN+394.05m

1.50	Ton, steinig, schluffig, halbfest, TL, BK4, Verwitterungslehm
4.30	Ton, Tonstein, mürb, BK4/6, Oberer Stubensandstein
8.60	Wechsellagerung, Sandstein, Tonstein, halbfest bis fest, BK6, Stubensandstein, F:A, KG:100%, RQD:0%
18.60	Wechsellagerung, Sandstein, Tonstein, Schluffstein, fest, dickbankig, schwach klüftig, BK6/7, Stubensandstein, F:B,C,D, KG:100%, RQD:80%
31.00	Sandstein, einzelne Tonstein- und Steinmergellagen, hart, dickbankig bis massig, schwach klüftig bis kompakt, BK7, Stubensandstein, F:C, KG:100%, RQD:90%
36.50	Tonstein, fest, dickbankig, schwach klüftig, BK6/7, Stubensandstein, F:D, KG:100%, RQD:80%
38.00	Grobsandstein, konglomeratisch, hart, dickbankig bis massig, schwach klüftig, BK7, Stubensandstein, F:C, KG:100%, RQD: 90%
50.00	Tonstein, Schluffstein, Steinmergellagen, hart, dünnbankig bis massig, schwach klüftig, kalkhaltig, BK7, Obere Bunte Mergel, F:B,D, KG:100%, RQD:90%
51.50	Feinsandstein, hart, dickbankig bis massig, kompakt, BK7, Kieselsandstein, F:C, KG:100%, RQD:100%
58.50	Tonstein, Mergelstein, Sandsteinlagen, fest bis hart, dickbankig, schwach klüftig, BK6/7, Rote Wand, F:D, KG:100%, RQD:90%
66.50	Mergelstein, Tonstein, Gipslagen, hart, dickbankig, schwach klüftig, BK7, F:C,D, KG:100%, RQD:90%
69.50	Gips, mit Tonsteinlagen, hart, massig, kompakt, BK7, Untere Bunte Mergel, F:C, KG:100%, RQD:100%
74.00	Tonstein, Schluffstein, einzelne Gipsbänder, hart, dickbankig, schwach klüftig, BK7, Dunkle Mergel, F:D, KG:100%, RQD: 70%
75.30 312,75	Feinsandstein, "flaserige" Schüttungsstruktur, hart, massig, kompakt, BK7, Schilfsandstein, F:C, KG:100%, RQD:100%

▼ 32.73 GW 22.02.21

▼ 32.73 GW 22.02.21

394.92 Seba-Kappe
Stahlstandrohr DN 150.00
Betonschutzring

Bohrung Ø 324.00 mm

Tonabdichtung
PVC-Aufsatzrohr DN 125.00

Bohrung Ø 255.00 mm

Gegenfilter (Sand)

Filterkies Ø 1.0-2.0 mm
PVC-Filterrohr DN 125.00
SW = 0.50 mm

Tonabdichtung

Bohrung Ø 146.00 mm

1.00 | 8.60 | 55.00 | 57.87 | 56.00 | 1.00 | 8.00 | 11.00 | 9.00

KB14/20

▽ NHN+387.71m

0.10	Auffüllung (Kies), stark kalkhaltig, trocken, GW, BK3
1.50	Auffüllung (Schluff, feinsandig, schwach kiesig, schwach tonig), steif bis halbfest, kalkhaltig, schwach feucht, LA,TL
4.50	Ton, schwach feinkiesig, schwach feinsandig, steif bis halbfest, kalkhaltig, trocken, TM, BK4
5.00	Mergelstein, mürb und hart, dünnbankig, klüftig, stark kalkhaltig, BK6, F:A+C, KG:30%, RQD:30%, KF:A+D
7.50	Feinsandstein, tonig bis stark tonig, mürb, dünnbankig bis massig, klüftig bis kompakt, kalkhaltig, BK6, F:A, KG:100%, RQD:90%, KF:A+C
9.10	Fein- bis Grobsandstein, mittelhart bis hart, dickplattig bis dickbankig, klüftig, kalkfrei bis kalkhaltig, BK6/7, Stubensandstein, F:B/C, KG:100%, RQD:90%, KF:A-C
9.40	Fein- bis Mittelsandstein, mürb, dünnbankig, klüftig, kalkfrei, BK6, F:A, KG:100%, RQD:100%, KF:A
10.70	Fein- bis Grobsandstein, hart, dünnbankig, klüftig, kalkfrei bis stark kalkhaltig, BK6/7, Stubensandstein, F:C, KG:100%, RQD: 90%, FK:A+B
12.40	Torstein, sehr mürb bis mürb, blättrig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Stubensandstein, F:D, KG:100%, RQD:90%, KF:A-C
13.60	Feinsandstein, schwach tonig bis stark tonig, mürb, teils mittelhart, dünnplattig und dickbankig bis massig, kalkfrei bis kalkhaltig, BK6, Stubensandstein, F:A/D(B), KG:100%, RQD: 100%, KF:A
16.00	Fein- bis Mittelsandstein, mittelhart bis hart, dickplattig und dickbankig bis massig, schwach klüftig, kalkhaltig, BK7, Stubensandstein, F:C, KG:100%, RQD:95%, KF:A+B
16.90	Fein- bis Mittelsandstein, tonig bis stark tonig, mürb und mittelhart, dünnplattig bis dickplattig, klüftig, kalkfrei, BK6, F: A/B/D, KG:100%, RQD:75%, KF:A+B
17.75	Fein- bis Grobsandstein, hart, dickplattig bis dünnbankig, klüftig, kalkfrei, BK6/7, Stubensandstein, F:C, KG:100%, RQD:90%, KF:A-C
18.60	Torstein, feinsandig, mürb, blättrig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Stubensandstein, F:D, KG:100%, RQD:30%, KF:A-C
22.50	Feinsandstein, schwach tonig bis tonig, harte Dolomitknollen, mürb, dünnplattig bis dickbankig, klüftig, kalkfrei bis kalkhaltig, BK6, Stubensandstein, F:A+Q/L, KG:100%, RQD:85%, KF:A-C
23.40	Torstein, feinsandig, mürb, blättrig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Stubensandstein, F:D, KG:95%, RQD:90%, KF:A-C
26.30	Fein- bis Grobsandstein, Tonsteinlagen, hart und mürb, dünnplattig und dickbankig bis massig, schwach klüftig, kalkfrei, BK6/7, Stubensandstein, F:C/D, KG:100%, RQD:95%, KF:A
33.60	Tonstein, mittelhart, dünnplattig bis dickplattig, kalkfrei, BK6, Obere Bunte Mergel, F:D, KG:100%, RQD:75%, KF:A-C
35.80	Mergelstein, mit Hohlräumen, hart, kalkhaltig, BK7, Obere Bunte Mergel, geöffnete Klüfte, Kernverlust: 34.4 - 35,6; F:C/Q, KG:40%, RQD:20%, KF:A
45.40	Wechsellagerung, Tonstein, Mergelstein, schwach feinsandig bis stark feinsandig, hart und mittelhart, dünnplattig bis dünnbankig, klüftig, kalkfrei bis kalkhaltig, BK6, Obere Bunte Mergel, F:C/B(A), KG:100%, RQD:90%, KF:A+C
47.40	Feinsandstein, dünne Tonsteinbänder, dickbankig, klüftig, kalkfrei, BK6/7, Kieselsandstein, F:Q(C), KG:100%, RQD:90%, KF:A
53.50	Torstein, feinsandig, mittelhart bis hart, dünnbankig bis dickbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK6/7, Rote Wand, F:B/C (D), KG:100%, RQD:75%, KF:A
55.60	Torstein, sandig bis stark sandig, Gipslagen, mittelhart bis hart, massig, schwach klüftig bis kompakt, kalkfrei, BK7, Rote Wand, F:D/B/C, KG:100%, RQD:95%, KF:A
55.80	Ton, (Kluftfüllung), fest, kalkfrei, TA, BK4, Rote Wand
61.55	Torstein, Gipslagen, mittelhart bis hart, dünnbankig bis massig, klüftig bis kompakt, kalkfrei, BK7, Rote Wand, F:C/B/D, KG: 100%, RQD:95%, KF:A(+C)
64.75	Gips, Tonsteinlagen, hart, dünnbankig bis massig, klüftig bis kompakt, kalkfrei, BK7, Rote Wand, F:C, KG:100%, RQD:100%, KF:A
66.30	Torstein, feinsandig, Gipslagen, mittelhart und hart, dünnplattig bis dünnbankig, stark klüftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F: B/C/D, KG95%, RQD:75%, KF:A+C
72.50	Feinsandstein, tonig, hart, dünnbankig bis dickbankig, schwach klüftig bis kompakt, kalkfrei, BK7, Schilfsandstein, F:C, KG:95%, RQD:90%, KF:A+C
75.00 312,71	Fein- bis Mittelsandstein, hart, dickbankig bis massig, kompakt, kalkfrei, BK7, Schilfsandstein, F:C/Q, KG:100%, RQD:100%, KF:A

▼ 35.40 GW 09.03.21

▼ 39.50 GW 22.02.21

394.92 Seba-Kappe
Stahlstandrohr DN 150.00
Betonschutzring

Bohrung Ø 324.00 mm

Tonabdichtung
PVC-Aufsatzrohr DN 125.00

Bohrung Ø 255.00 mm

Gegenfilter (Sand)

Filterkies Ø 1.0-2.0 mm
PVC-Filterrohr DN 125.00
SW = 0.50 mm

Tonabdichtung

Bohrung Ø 146.00 mm
Tonabdichtung

1.00 | 5.00 | 43.50 | 43.78 | 44.00 | 1.00 | 4.00 | 25.75 | 26.00

KB14_20

386.49 Seba-Kappe
Stahlstandrohr DN 150.00
Betonschutzring

Bohrung Ø 324.00 mm

Tonabdichtung
PVC-Aufsatzrohr DN 125.00

Bohrung Ø 255.00 mm

Gegenfilter (Sand)

Filterkies Ø 1.0-2.0 mm
PVC-Filterrohr DN 125.00
SW = 0.50 mm

Bohrung Ø 146.00 mm

Tonabdichtung

1.00 | 5.00 | 43.50 | 43.78 | 44.00 | 1.00 | 4.00 | 25.75 | 26.00

KB15/20

▽ NHN+378.04m

1.00	Auffüllung (Kies, Schluff, kiesig), feucht, BK3/4
2.10	Ton, halbfest, TL, BK4, Verwitterungslehm
3.30	Sandstein, sehr mürb, BK6, Stubensandstein, F:A
5.00	Ton, Tonstein, mürb bis halbfest, BK4/6, Stubensandstein
21.20	Sandstein, Tonsteinlagen, mittelhart und hart, dickbankig bis massig, schwach klüftig, BK6/7, Stubensandstein, F:B/C/D, KG: 100%, RQD:90%(Sst), 60%(Tst)
28.30	Wechsellagerung, Tonstein, Konglomerat, mürb bis hart, dünnbankig bis dickbankig, klüftig bis schwach klüftig, BK6/7, F: C/D, KG:100%, RQD:50%
39.70	Tonstein, Schluffstein, einzelne Sandsteinlagen, mittelhart bis hart, dünnbankig bis dickbankig, klüftig bis schwach klüftig, BK6/7, Obere Bunte Mergel, F/D, KG:100%, RQD:50%
41.30	Feinsandstein, hart, dickbankig bis massig, schwach klüftig, BK7, Kieselsandstein, F:C, KG:100%, RQD:90%
48.30	Tonstein, Schluffstein, mürb bis mittelhart, dickbankig bis massig, schwach klüftig bis kompakt, BK6/7, Rote Wand, KG: 100%, RQD: 90%, F:D
53.30	Tonstein, Schluffstein, mit Gips, mürb bis mittelhart, dünnbankig bis dickbankig, schwach klüftig, Untere Bunte Mergel, KG: 100%, RQD: 90%, F: D
57.30	Tonstein, teils Auslaugungsbrekzie, mürb, BK6, Untere Bunte Mergel, F:D, KG:100%, RQD:20%
63.00	Tonstein, Schluffstein, hart, dünnbankig, klüftig, BK6/7, Dunkle Mergel, F:D, KG:100%, RQD:30%
65.30 312,74	Feinsandstein, Tonsteinlagen, hart, dünnbankig, klüftig, BK7, Schilfsandstein, F_C/D, KG:100%, RQD:20%

377.86 Straßenkappe
Seba-Kappe

Bohrung Ø 324.00 mm

Tonabdichtung
PVC-Aufsatzrohr DN 75.00

Gegenfilter (Sand)

PVC-Filterrohr DN 75.00
SW = 0.50 mm
Filterkies Ø 1.0-2.0 mm

1.00 | 4.50 | 17.00 | 19.02 | 1.00 | 6.50 | 8.00

KB16/20

▽ NHN+345.23m

0.20	Auffüllung (Kies, Schluff, organisch), kalkhaltig, feucht, OH, BK1
3.40	Schluff, schwach feinsandig bis feinsandig, schwach kiesig, schwach tonig, steif, kalkfrei, schwach feucht, LA,LAF, BK4, Verwitterungslehm
4.50	Ton, stark sandig, kiesig, kalkfrei, trocken, TL, BK4, Obere Bunte Mergel
6.60	Torstein, feinsandig, mittelhart, dünnplattig bis dickplattig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Obere Bunte Mergel, F:V/D, KG:90%, RQD:0%, KF:C
7.00	Kernverlust
7.45	Torstein, feinsandig bis stark feinsandig, mürb, blättrig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, F:D, KG:100%, RQD:100%, KF:A+B
9.20	Fein- bis Mittelsandstein, hart, dünnbankig bis dickbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK7, Kieselsandstein, F:C(Q), KG: 100%, RQD:95%, KF:A+B
12.80	Feinsandstein, tonig, mittelharte Tonsteinlagen, feinsandig, blättrig, mürb bis mittelhart, blättrig bis dünnbankig, stark klüftig, kalkfrei, BK6, Kieselsandstein, F:A/C/D, KG:100%, RQD:30%, KF:A-C
15.30	Torstein, schwach feinsandig, mürb und mittelhart, blättrig bis dickplattig, stark klüftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F:D, KG: 95%, RQD:20%, KF:A+C
18.00	Torstein, schwach feinsandig, mürb, blättrig bis dünnplattig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F:D, KG:95%, RQD:0%, KF:(B)C
23.70	Torstein, schwach feinsandig bis stark feinsandig, mürb, teils mittelhart, blättrig bis dünnbankig, Rote Wand, z.T. Auslaugungsstrukturen, F:D, KG:95%, RQD:20%, KF:A-D
25.10	Torstein, stark feinsandig, mürb, teils mittelhart, dünnplattig und dünn- bis dickbankig, klüftig, kalkfrei, BK6, Dunkle Mergel, F:D, KG:80%, RQD:70%, KF:A+C
28.85	Torstein, stark feinsandig bis stark sandig, mittelhart, teils mürb, dünnplattig bis dickbankig, klüftig, kalkfrei, BK6, Dunkle Mergel, F:D, KG:95%, RQD:75%, KF:A+C
30.70	Fein- bis Mittelsandstein, tonig, mürb bis mittelhart, blättrig bis dünnbankig, klüftig, kalkfrei, BK6, Schilfsandstein, F:A/B, KG: 95%, RQD:50%, KF:A+B
35.40 309,83	Torstein, Mergelstein, mürb bis mittelhart, blättrig bis dünnbankig, stark klüftig bis klüftig, kalkfrei bis kalkhaltig, BK6, Gipskeuper, F:D/A/B, KG:95%, RQD:25%, KF:A+C

▼ 16.32 GW 22.02.21

▼ 16.32 GW 22.02.21

345.11 Straßenkappe
Seba-Kappe
Stahlstandrohr DN 150.00

Bohrung Ø 324.00 mm

Tonabdichtung
PVC-Aufsatzrohr DN 125.00

Bohrung Ø 255.00 mm

Gegenfilter (Sand)

Filterkies Ø 1.0-2.0 mm
PVC-Filterrohr DN 125.00
SW = 0.50 mm

Tonabdichtung

Bohrung Ø 146.00 mm

1.00 | 7.00 | 21.15 | 24.86 | 1.00 | 6.50 | 8.00 | 4.65 | 1.00 | 27.00

KB16_20

NHN+m
394,00 393,00 392,00 391,00 390,00 389,00 388,00 387,00 386,00 385,00 384,00 383,00 382,00 381,00 380,00 379,00 378,00 377,00 376,00 375,00 374,00 373,00 372,00 371,00 370,00 369,00 368,00 367,00 366,00 365,00 364,00 363,00 362,00 361,00 360,00 359,00 358,00 357,00 356,00 355,00 354,00 353,00 352,00 351,00 350,00 349,00 348,00 347,00 346,00 345,00 344,00 343,00 342,00 341,00 340,00 339,00 338,00 337,00 336,00 335,00 334,00 333,00 332,00 331,00 330,00 329,00 328,00 327,00 326,00 325,00 324,00 323,00 322,00 321,00 320,00 319,00 318,00 317,00 316,00 315,00 314,00 313,00 312,00 311,00 310,00 309,00

LGA Bautechnik GmbH Tillystraße 2 90431 Nürnberg	B27 Schindhaubasistunnel Bohrungen mit Pegelausbau
	Anlage:
	Projekt-Nr: 20G00185
	Datum:
	Maßstab: 1 : 100
	Bearbeiter:

Copyright © LGA Bautechnik GmbH

NHN+m

KB16/20

▽NHN+345.23m

0.20 Auffüllung (Kies, Schluff, organisch), kalkhaltig, feucht, CH, BK1

Schluff, schwach feinsandig bis feinsandig, schwach kiesig, schwach tonig, steif, kalkfrei, schwach feucht, ST, UM, BK4, Verwitterungslehm

3.40 Ton, stark sandig, kiesig, kalkfrei, trocken, TL, BK4, Obere Bunte Mergel

4.00

Torstein, feinsandig, mittelhart, dünnplattig bis dickplattig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Obere Bunte Mergel, F:VO, KG:90%, RQD:0%, KF:C

6.60

7.00 Kernverlust

7.45 Torstein, feinsandig bis stark feinsandig, mürb, blättrig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, F:D, KG:100%, RQD:100%, KF:A+B

9.20 Fein- bis Mittelsandstein, hart, dünnbankig bis dickbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK7, Kieselsandstein, F:C(G), KG: 100%, RQD:95%, KF:A+B

12.80 Feinsandstein, tonig, mitteharte Torsteinlagen, feinsandig, blättrig, mürb bis mittelhart, blättrig bis dünnbankig, stark klüftig, kalkfrei, BK6, Kieselsandstein, F:A/C/D, KG:100%, RQD:30%, KF:A-C

Torstein, schwach feinsandig, mürb und mittelhart, blättrig bis dickplattig, stark klüftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F:D, KG: 95%, RQD:20%, KF:A+C

15.30

▼ 16.32 GW 22.02.21

Torstein, schwach feinsandig, mürb, blättrig bis dünnplattig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F:D, KG:95%, RQD:0%, KF:(B)C

18.00

Torstein, schwach feinsandig bis stark feinsandig, mürb, teils mittelhart, blättrig bis dünnbankig, Rote Wand, z.T. Auslaugungsstrukturen, F:D, KG:95%, RQD:20%, KF:A-D

23.70

Torstein, stark feinsandig, mürb, teils mittelhart, dünnplattig und dünn- bis dickbankig, klüftig, kalkfrei, BK6, Dunkle Mergel, F:D, KG:80%, RQD:70%, KF:A+C

25.10

Torstein, stark feinsandig bis stark sandig, mittelhart, teils mürb, dünnplattig bis dickbankig, klüftig, kalkfrei, BK6, Dunkle Mergel, F:D, KG:95%, RQD:75%, KF:A+C

28.85

Fein- bis Mittelsandstein, tonig, mürb bis mittelhart, blättrig bis dünnbankig, klüftig, kalkfrei, BK6, Schiffsandstein, F:A/B, KG: 95%, RQD:50%, KF:A+B

30.70

Torstein, Mergelstein, mürb bis mittelhart, blättrig bis dünnbankig, stark klüftig bis klüftig, kalkfrei bis kalkhaltig, BK6, Gipskeuper, F:D/A/B, KG:95%, RQD:25%, KF:A+C

35.40
309.83

KB16_20

345.11

Straßenkappe
Seba-Kappe
Stahlstandrohr DN 150,00

Bohrung Ø 324,00 mm

Tonabdichtung
PVC-Aufsatzrohr DN 125,00

Bohrung Ø 255,00 mm

Gegenfilter (Sand)

Filterkies Ø 1,0-2,0 mm
PVC-Filterrohr DN 125,00
SW = 0,50 mm

Tonabdichtung

Bohrung Ø 146,00 mm

Ø324 | Ø255 | Ø146
7,00 | 17,00 | 4,00
23,70 | 6,70 | 1,00

▼ 16.32 GW 22.02.21

▼ 23.56 GW 22.02.21

KB17/20

▽NHN+338.78m

0.20 Mutterboden, kalkfrei, schwach feucht, CH, BK1

3.40 Torn, schwach fein- bis mittelkiesig, schwach sandig, steif bis halbfest, kalkfrei bis stark kalkhaltig, schwach feucht, TL, BK4, Verwitterungslehm

5.00 Torn, sandig, halbfest bis fest, kalkfrei, trocken, TL, BK4/6

Torstein, feinsandig, mürb, teils mittelhart, blättrig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, mit Auslaugungsstrukturen, F:D, KG:95%, RQD:25%, KF:(A)C

15.50

Torstein, kiesig, feinsandig, sehr mürb, blättrig, sehr stark klüftig, sandig kiesig zerfallend, kalkhaltig, BK6, Dunkle Mergel, F:D, KG:90%, RQD:(80%), KF:(A)+C

17.55

Feinsandstein, mürbe Torsteinlagen, mittelhart, dickplattig bis dünnbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK6, Schiffsandstein, F:B, KG:100%, RQD:90%, KF:A

18.90

Torstein, feinsandig, mürb, blättrig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Schiffsandstein, F:D, KG:100%, RQD:(70%), KF:(A) zerfällt

20.30

Feinsandstein, schwach tonig bis tonig, mittelhart, dickplattig bis dünnbankig, kalkfrei, BK6, Schiffsandstein, KG:100%, RQD: 90%, KF:A/B

23.50

▼ 23.56 GW 22.02.21

24.00 Torstein, Tonmergelstein, mittelhart, dünnplattig bis dickbankig, kalkhaltig, BK6, Gipskeuper, F:D, KG:100%, RQD:90%, KF:A

Torstein, feinsandig, sehr mürb, blättrig bis dickplattig, stark klüftig, kalkfrei, BK6, Gipskeuper

27.90

Torstein, sehr mürb, kalkfrei, BK6, Gipskeuper, F:D, KG:100%, RQD:(80%), KF:(A) durch Bohrvorgang aufgeweicht

28.90

29.25 Torstein, mittelhart bis hart, dickplattig bis dünnbankig, kalkfrei, BK6, Gipskeuper, F:D/B, KG:100%, RQD:75%, KF:A+C

Torstein, einzelne Gipsknauern, mittelhart bis hart, dünnplattig bis dünnbankig, kalkfrei, BK6, Gipskeuper, F:D/B, KG:100%, RQD:75%, KF:A+C

32.00

32.90 Gips, Torstein, mittelhart bis hart, dünnbankig bis massig, kalkfrei, BK7, Gipskeuper, F:B/C, KG:100%, RQD:100%, KF:A

Torstein, lokale Gipslinsen, hart, dünnbankig bis dickbankig, kalkfrei, BK7, Gipskeuper, F:D, KG:100%, RQD:95%, KF:A+C

36.70

Torstein, Gipslagen, hart, dickbankig, kalkfrei, BK7, Gipskeuper, F:C, KG:100%, RQD:90%, KF:A(+C)

38.80

40.00 Torstein, sandig, mürb bis mittelhart, dünnplattig bis dickplattig, stark klüftig, kalkfrei, BK6, Gipskeuper, F:A/B, KG:100%, RQD: 25%, KF:A+C

298.78

KB17_20

339.57

Seba-Kappe
Stahlstandrohr DN 100,00
Betonschutzring

Bohrung Ø 219,00 mm

Tonabdichtung
PVC-Aufsatzrohr DN 75,00

Gegenfilter (Sand)

Bohrung Ø 146,00 mm

Filterkies Ø 1,0-2,0 mm
PVC-Filterrohr DN 75,00
SW = 0,50 mm

Tonabdichtung

Ø219 | Ø146
5,00 | 30,00
21,50 | 4,50 | 13,72

▼ 23.56 GW 22.02.21

▼ 23.56 GW 22.02.21

KB18/20

▽NHN+342.37m

0.20 Mutterboden (Schluff, feinsandig, schwach tonig), kalkfrei, schwach feucht, CH, BK1

2.30 Torn, schwach feinsandig, lokal kiesig, steif, kalkfrei bis kalkhaltig, feucht, TL/TM, BK4

4.40 Torn, sandig bis stark sandig, ab 3,6m kiesig, schwach steinig, halbfest, kalkfrei bis kalkhaltig, trocken, TL, BK4, Verwitterungslehm-Obere Bunte Mergel

5.60 Torstein, schwach feinsandig, sehr mürb, blättrig, sehr stark klüftig, kalkfrei, trocken, BK6, Verwitterungslehm-Obere Bunte Mergel, F:D, KG:100/ RQD:(70%), KF:A-C

7.30 Fein- bis Mittelsandstein, hart, dünnbankig bis massig, schwach klüftig bis kompakt, kalkfrei, BK7, Kieselsandstein, F:C/G, KG:100%, RQD:100%, KF:A

8.00
334.37 Feinsandstein, schwach tonig bis stark tonig, mürb und hart, dünnplattig bis dickplattig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Kieselsandstein, F:A+C, KG:100%, RQD:75%, KF:A+B

▼ 6.41 GW 22.02.21

▼ 6.41 GW 22.02.21

KB18_20

343.29

Seba-Kappe
Stahlstandrohr DN 100,00
Betonschutzring

PVC-Aufsatzrohr DN 75,00
Tonabdichtung

Bohrung Ø 219,00 mm

Gegenfilter (Sand)

Filterkies Ø 1,0-2,0 mm
PVC-Filterrohr DN 75,00
SW = 0,50 mm

Bohrung Ø 146,00 mm

Ø219 | Ø146
3,00 | 4,63 | 5,60 | 2,40
3,00 | 4,30 | 4,00

KB19/20

▽NHN+359.90m

0.20 Mutterboden (Schluff, feinsandig, schwach tonig, organisch), steif, kalkfrei, schwach feucht, CH/OH, BK1

1.30 Sand, kiesig, tonig, schwach steinig, kalkfrei, trocken, ST/GT, BK4, Stubensandstein

2.00 Schluff, schwach feinsandig bis stark sandig, tonig, steif bis halbfest, kalkfrei, trocken, TA/TL, BK4

4.20 Fein- bis Mittelsandstein, sehr mürb bis mürb, stark kalkhaltig, BK6, Stubensandstein, F:A

5.60 Fein- bis Mittelsandstein, mittelhart, dünnbankig bis dickbankig, klüftig, kalkhaltig, BK6, Stubensandstein, F:B, KG:100%, RQD: 90%, KF:A+B

7.75 Feinsandstein, einzelne halbfeste Tonlagen, schwach feinsandig, mittelhart bis hart, dickbankig, schwach klüftig, kalkfrei, BK7, Stubensandstein, F:B/C, KG:100%, RQD:95%, KF:A

8.85 Feinsandstein, mittelhart, dünnplattig bis dünnbankig, stark klüftig, meist kiesig zerfallend, kalkfrei, BK6, Stubensandstein, F:B, KG:100%, RQD:30%, KF:A+C

11.05 Feinsandstein, stark tonig, mürb, dünnplattig bis dickbankig, z.T. kiesig zerfallend, kalkfrei, BK6, Obere Bunte Mergel, F:A, KG: 100%, RQD:50%, KF:A+C

14.20 Torstein, feinsandig, mittelhart bis hart, dünnplattig bis dünnbankig, stark klüftig, meist kiesig zerfallend, kalkfrei, BK6/7, Obere Bunte Mergel, F:B/C/D, KG:80%, RQD:10%, KF:A-C

Torstein, schwach feinsandig bis feinsandig, mürb, einzelne harte Lagen, blättrig bis dünnbankig, kalkfrei, BK6, Obere Bunte Mergel, F:D+C, KG:95%, RQD:25%, KF:C+A

24.60 Feinsandstein, tonig bis stark tonig, mürb und mittelhart, dünnplattig bis dünnbankig, stark klüftig, z.T. kiesig zerfallend, kalkfrei, BK6, Obere Bunte Mergel, F:A+B, KG:100%, RQD: 50%, KF:A+C

26.50 Fein- bis Grobsandstein, sehr hart und mürb, blättrig bis dickplattig und dickbankig, kalkfrei bis kalkhaltig, BK6/7, Kieselsandstein, F:A+Q, KG:100%, RQD:75%, KF:A+C

28.30 Torstein, schwach feinsandig, mürb, blättrig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F:D, KG:100%, RQD(100%), KF:A/B

29.60 Torstein, feinsandig, mittelhart, blättrig bis dickplattig, stark klüftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F:D

31.50 Torstein, schwach feinsandig, mürb, blättrig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F:D, KG:50%, RQD:(30%), KF:(A)+C

34.50 Torstein, schwach feinsandig, mittelhart, blättrig bis dickplattig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F:D, KG:80%, RQD:10%, KF:A-C

35.30 Torstein, feinsandig, Gipslagen, mittelhart, blättrig bis dünnbankig, stark klüftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F:D/B, KG: 85%, RQD:20%, KF:A-C

▼ 36.97 GW 22.02.21

37.45 Torstein, schwach feinsandig bis feinsandig, mürb, blättrig bis dünnbankig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, Auslaugungsstrukturen, F:A+B, KG:75%, RQD:20%, KF:(A)-C

41.80 Torstein, feinsandig, mittelhart, dünnplattig bis dickplattig, sehr stark klüftig, kalkfrei bis kalkhaltig, BK6, Dunkle Mergel, F:B/D, KG:40%, RQD:10%, KF: A-C

42.70 Kernverlust

44.30 Torstein, stark feinsandig, mittelhart bis hart, dünn- bis dickplattig und dickbankig, sehr stark klüftig und schwach klüftig, kalkfrei, BK6/7, Schiffsandstein, F:B+C, KG:100%, RQD: 90%, KF:A+(C)

47.80 Fein- bis Mittelsandstein, mürb und hart, dünnplattig bis dickplattig, kalkfrei, BK6, Schiffsandstein, F:A+C, KG:95%, RQD:25%, KF:A+C

49.50 Torstein, schwach feinsandig, hart und mürb, blättrig bis dünnbankig, klüftig, kalkfrei, BK6/7, Gipskeuper, F:C+A, KG: 95%, RQD:25%, KF:A+C

52.30 Torstein, mürb und hart, blättrig bis dickplattig, sehr stark klüftig, kalkfrei, BK6, Gipskeuper, F:A+C, KG:90%, RQD:25%, KF:A+C

56.00 Torstein, mittelhart bis hart, dickplattig, klüftig, z.T. zerbohrt, kalkfrei, BK6, Kernverlust 25%, F:B/C, KG:75%, RQD:10%, KF: A+C

60.00
299.90

KB19_20

360.74

Seba-Kappe
Stahlstandrohr DN 100,00
Betonschutzring

Bohrung Ø 219,00 mm

Tonabdichtung
PVC-Aufsatzrohr DN 75,00

Bohrung Ø 146,00 mm

Gegenfilter (Sand)

PVC-Filterrohr DN 75,00
SW = 0,50 mm
Filterkies Ø 1,0-2,0 mm

Tonabdichtung

Ø219 | Ø146
4,65 | 54,05 | 36,95
3,00 | 3,00 | 14,95

▼ 36.97 GW 22.02.21

NHN+m

Copyright © PRO/CONTI GmbH

LGA Bautechnik GmbH Tillystraße 2 90431 Nürnberg	B27 Schindhaubasistunnel Bohrungen mit Pegelausbau	Anlage: Projekt-Nr: 20G00185 Datum: Maßstab: 1 : 100 Bearbeiter:

KB20/20

▽ NHN+333.39m

0.20		Mutterboden, halbfest, kalkfrei, trocken, (OH), BK1
1.20		Schluff, steinig, feinsandig, schwach kiesig, steif bis halbfest, kalkfrei bis stark kalkhaltig, trocken, (U,Ou), BK4/5
2.50		Fein- bis Mittelsandstein, sehr mürb bis mittelhart, dünnplattig bis dickplattig, stark kluftig, z.T. sandig-zerfallend, kalkfrei, Kieselsandstein, F:A/B
3.00		Fein- bis Mittelsandstein, hart, dickbankig, schwach kluftig, kalkfrei, BK7, Kieselsandstein, F,C, KG:100%, RQD:100%, KF: A
4.00		Fein- bis Mittelsandstein, mürb und mittelhart, sandig kiesig zerfallend, kalkfrei, BK6, Kieselsandstein, F:A, KG:80%, RQD: 0%, KF:B-D
11.50		Tonstein, stark feinsandig, sehr mürb, blättrig bis dünnplattig, sehr stark kluftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F:D, KG:100%, RQD:20%, KF:A-C
12.60		Kernverlust, KG:0, KF:D
17.80		Tonstein, feinsandig, mürb, blättrig bis dünnplattig, sehr stark kluftig, z.T. sandig kiesig zerfallend, kalkfrei, BK6, Rote Wand, Auslaugungsstrukturen, F:D, KG:95%, RQD:50%, KF:B-C
18.60		Tonstein, sandig, mürb, kalkhaltig, BK6, Dunkle Mergel, F:D, KG:95%, RQD:80%, KF:A-C
19.55		Feinsandstein, tonig, mürb bis mittelhart, dünnplattig, sehr stark kluftig, kalkfrei, BK6, Schiffahandstein, F:A, KG:75%, RQD:0%, KF:B-C
21.30		Feinsandstein, mittelhart, dünnbankig bis dickbankig, kalkfrei, BK6, Schiffahandstein, F:B, KG:95%, RQD:95%, KF:A
22.50		Feinsandstein, tonig bis stark tonig, mürb, blättrig bis dünnplattig, sehr stark kluftig, kalkfrei, BK6, Schiffahandstein, F: A, KG:100%, RQD:(100%), KF:A/B/C
24.50		Feinsandstein, mittelhart und hart, dickplattig bis dünnbankig, kalkfrei, BK6/7, Schiffahandstein, F:B/C, KG:100%, RQD:100%, KF:A
25.30		Tonstein, feinsandig, mürb, blättrig, sehr stark kluftig, kalkfrei, BK6, Schiffahandstein, F:D, KG:100%, RQD:50%, KF:A-B
26.00		Tonstein, mittelhart, dünnplattig bis bankig, kalkfrei, BK6/7, Schiffahandstein, F:D, KG:100%, RQD:80%, KF:A
307.39		

▼ 19.39 GW 22.02.21

▼ 19.39 GW 22.02.21

333.34

	Straßenkappe
	Seba-Kappe
	Bohrung Ø 219,00 mm
2.40	
23.05	
23.45	
	Tonabdichtung
	PVC-Aufsatzrohr DN 75,00
	Bohrung Ø 146,00 mm
	Gegenfilter (Sand)
	PVC-Filterrohr DN 75,00 SW = 0,50 mm
	Filterkies Ø 1,0-2,0 mm
3.30	
3.05	

KB20_20

KB21/20

▽ NHN+330.25m

0.30		Auffüllung (Kies, sandig), stark kalkhaltig, trocken, (GW), BK3
0.90		Auffüllung (Steine, stark kiesig, schwach sandig), stark kalkhaltig bis kalkfrei, schwach feucht, (GW), BK3
4.00		Ton, schwach feinsandig bis sandig, schwach kiesig, schwach steinig, kalkfrei bis stark kalkhaltig, trocken, (TL), BK4, Hangschutt
6.30		Ton, feinsandig, schwach fein- bis mittelkiesig, kalkfrei bis kalkhaltig, trocken, (TL/TM), BK4, Hangschutt
10.30		Tonstein, feinsandig, sehr mürb, blättrig, sehr stark kluftig, kalkfrei, BK6, Verwitterungslehm-Rote Wand, F:D, KG:80%, RQD:0%, KF:B-D
12.15		Tonstein, feinsandig, mittelhart, dünnplattig, sehr stark kluftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, F:D, KG:80%, RQD:0%, KF:C
13.80		Tonstein, kiesig, feinsandig, sehr mürb, dünnbankig, kluftig, kalkfrei, BK6, Rote Wand, Auslaugungsstrukturen, F:D, KG: 100%, RQD:60%, KF:A-C
14.80		Tonstein, feinsandig bis stark feinsandig, mürb, blättrig bis dünnbankig, kluftig, kalkfrei, BK6, Dunkle Mergel, F:D, KG:90%, RQD:80%, KF:A-C
16.25		Feinsandstein, tonig, mittelhart, dünnplattig bis dünnbankig, kluftig, kalkfrei, BK6, Dunkle Mergel, F:B, KG:95%, RQD:80%; KF:A-C
18.00		Tonstein, feinsandig, mürb, blättrig, sehr stark kluftig, Dunkle Mergel, KF: A-C, KG: 100%, RQD: 70%
21.60		Feinsandstein, mittelhart bis hart, dickplattig bis dickbankig, kluftig, kalkfrei, BK6/7, Schiffahandstein, F:B-C, KG:100%, RQD: 85%, KF:A
25.00		Tonstein, mürb und mittelhart, kokal hart, dünnplattig bis dünnbankig, kalkfrei bis kalkhaltig, BK6, Gipskeuper, F:A+B, KG:100%, RQD:80%, KF:A-C
305.25		

▼ 15.70 GW 22.02.21

KB21_20

		Straßenkappe
		Seba-Kappe
		Stahlstandrohr DN 150,00
15.00		
14.60		
		Bohrung Ø 324,00 mm
		Tonabdichtung
		PVC-Aufsatzrohr DN 125,00
		Gegenfilter (Sand)
8.00		
14.00		
5.00		
4.00		
		Bohrung Ø 255,00 mm
		Filterkies Ø 1,0-2,0 mm
		PVC-Filterrohr DN 125,00 SW = 0,50 mm
1.00		
		Tonabdichtung
		Bohrung Ø 146,00 mm

330.08

▼ 15.70 GW 22.02.21

KB22/20

▽ NHN+324.32m

0.10		Asphalt
0.40		Auffüllung (Kies, sandig), stark kalkhaltig, trocken, (GW)
1.50		Schluff, feinsandig, schwach tonig, halbfest, kalkhaltig, trocken, (LA,TL), BK4
6.15		Schluff, kiesig, sandig, schwach steinig, halbfest, kalkhaltig bis stark kalkhaltig, trocken, (LA,TL), BK4, Hangschutt
7.80		Ton, kiesig, feinsandig, halbfest bis fest, kalkfrei bis kalkhaltig, kalkhr, BK6, Verwitterungszone
8.55		Feinsandstein, tonig, mürb bis mittelhart, dünnplattig bis dickplattig, stark kluftig, kalkfrei bis kalkhaltig, BK6, Dunkle Mergel, F:A, KG:100%, RQD:30%, KF:A-C
9.00		Tonstein, stark feinsandig, mürb, blättrig, sehr stark kluftig, kalkfrei, BK6, Dunkle Mergel, F:D, KG:100%, RQD:10%, KF: B+C
14.80		Feinsandstein, schwach tonig, mürb bis mittelhart, dünnplattig bis dickbankig, stark kluftig bis schwach kluftig, kalkfrei bis stark kalkhaltig, BK6, Schiffahandstein, F:A+C/D, KG:100%, RQD:20% -90%, KF:A+C
15.90		Fein- bis Mittelsandstein, stark tonig, sehr mürb, lokal mittelhart, dünnplattig bis dickplattig, z.T. sandig zerfallend, kalkfrei, BK6, Schiffahandstein, F:A, KG:100%, RQD:50%, KF:B/D
16.60		Tonstein, mürb bis mittelhart, blättrig bis dünnbankig, stark kluftig, kalkfrei, BK6, F:D, KG:95%, RQD:50%, KF:A-C
17.75		Tonstein, mittelhart, dünnplattig bis dünnbankig, stark kluftig, z. T. kiesig zerfallend, kalkfrei bis kalkhaltig, BK6, Gipskeuper, mit Auslaugungsstrukturen
18.55		Tonstein, stark sandig, sehr mürb, kalkfrei, BK6, Gipskeuper, F: A/D, KG:60%, RQD:30%, KF:A+C
19.05		Tonstein, stark sandig, mürb und mittelhart, blättrig bis dickplattig, kalkfrei, Gipskeuper, F:D, KG:100%, RQD:60%, KF: A
20.15		Tonstein, mittelhart, dünnplattig bis dickplattig, kalkfrei, BK6, Gipskeuper, F:D/B, KG:70%, RQD:0%, KF:C
20.85		Tonstein, mürb, blättrig bis dünnplattig, sehr stark kluftig, kalkfrei, BK6, Gipskeuper, F:D, KG:100%, RQD:0%, KF:A-C
21.50		Tonstein, mürb und mittelhart, blättrig bis dünnplattig, stark kluftig, kalkfrei, BK6, Gipskeuper, F:D, KG:50%, RQD:25%, KF: B+C
22.00		Kernverlust
25.00		Tonstein, mit kleinen Gipsklasen, fest, blättrig bis dünnbankig, sehr stark kluftig bis kluftig, kalkfrei, BK6, Gipskeuper, F:D, KG: 60%, RQD:10%, KF:A-C
299.32		

▼ 9.89 GW 22.02.21

KB22_20

		Straßenkappe
		Seba-Kappe
		Stahlstandrohr DN 150,00
14.80		
14.60		
		Bohrung Ø 324,00 mm
		Tonabdichtung
		PVC-Aufsatzrohr DN 125,00
8.00		
8.00		
3.00		
2.80		
		Bohrung Ø 255,00 mm
		Gegenfilter (Sand)
		Filterkies Ø 1,0-2,0 mm
		PVC-Filterrohr DN 125,00 SW = 0,50 mm
8.30		
8.60		
		Bohrung Ø 146,00 mm
		Tonabdichtung

324.18

▼ 9.89 GW 22.02.21

NHN+m

379,00 378,00 377,00 376,00 375,00 374,00 373,00 372,00 371,00 370,00 369,00 368,00 367,00 366,00 365,00 364,00 363,00 362,00 361,00 360,00 359,00 358,00 357,00 356,00 355,00 354,00 353,00 352,00 351,00 350,00 349,00 348,00 347,00 346,00 345,00 344,00 343,00 342,00 341,00 340,00 339,00 338,00 337,00 336,00 335,00 334,00 333,00 332,00 331,00 330,00 329,00 328,00 327,00 326,00 325,00 324,00 323,00 322,00 321,00 320,00 319,00 318,00 317,00 316,00 315,00 314,00 313,00 312,00 311,00 310,00 309,00 308,00 307,00 306,00 305,00 304,00 303,00 302,00 301,00 300,00 299,00

LGA Bautechnik GmbH

Tillystraße 2
90431 Nürnberg

B27 Schindhaubasistunnel

Bohrungen mit Pegelausbau

Anlage:

Projekt-Nr: 20G00185

Datum:

Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter:

Copyright © PRAGUTA[AT].vwx[6]

Anlage 3.1: Stammdaten der Grundwassermessstellen

Name	GOK (mNHN)	OK GWM-Kappe (mNHN)	X (UTM, EPSG 4647)	Y (UTM, EPSG 4647)	Filterstrecke	GW-Leiter	Unterflur Ausbau	Lage
KB 01/20	355,34	356,24	32505076,83	5371133,82	11m - 15m	Kieselsst		Tunnel
B 1-11/06	342,44	342,89	32504962,36	5371111,98	3m - 7m	Quartär		Bläsibad
KB 02/20	376,93	378,00	32505052,84	5371199,74	33m - 36m	Kieselsst		Tunnel
KB 03/20	382,76	383,81	32505058,57	5371261,15	34,5m - 42m	Kieselsst		Tunnel
KB 06/20	377,66	378,38	32505165,43	5371500,74	38,5m - 43,5m	Kieselsst		Tunnel
KB 07/20	362,05	362,84	32505120,88	5371627,47	24m - 27m	Kieselsst		Tunnel
B 1-9/06	359,33	359,19	32505043,56	5371518,30	9m - 23m	Kieselsst./Bunte Mergel	**UF**	Tunnel
KB 08/20	387,65	388,49	32505241,94	5371701,69	44m - 53m	Kieselsst/Rote W.		Tunnel
KB 10/20	396,87	397,93	32505350,49	5371851,58	56m - 65m	Kieselsst/ Rote W.		Tunnel
KB 12/20	395,82	396,82	32505392,07	5372060,00	23m - 36m	Stubensst		Tunnel
B 1-7/06	392,84	392,71	32505409,05	5372157,91	42m - 55m	Kieselsst./Bunte Mergel	**UF**	Tunnel
KB 13/20	394,05	394,92	32505541,76	5372129,36	56m - 63m	Rote Wand		Tunnel
KB 14/20	387,71	388,49	32505667,88	5372260,54	44m - 49m	Kieselsst		Tunnel
KB 15/20	378,04	377,86	32505853,31	5372450,56	18m - 25m	Stubensst	**UF**	Tunnel
KB 16/20	345,23	345,11	32505955,46	5372604,14	25m - 30m	Schilfsst	**UF**	Tunnel
B 1-5/06	342,50	342,43	32505889,93	5372627,61	12m - 25m	RoteWand / Dunkle Mergel	**UF**	Tunnel
KB 17/20	338,78	339,57	32505912,67	5372676,40	22m - 26m	Schilfsst		Tunnel
KB 18/20	342,37	343,20	32505969,60	5372648,16	4m - 8m	Quartär/SSt		Tunnel
KB 19/20	359,91	360,74	32506014,72	5372918,70	43m - 46m	Dunkle Mergel		Tunnel
KB 20/20	333,39	333,34	32506054,73	5373072,55	22m - 25m	Schilfsst	**UF**	Tunnel
KB 21/20	330,25	330,08	32506014,88	5373081,46	15m - 20m	Schilfsst	**UF**	Tunnel
KB 22/20	324,32	324,18	32506015,47	5373118,39	13m - 16m	Schilfsst	**UF**	Tunnel
B 1-3/06	327,72	327,87	32506066,06	5373115,72	6m - 19m	Schilfsst./Rote Wand	**UF**	Tunnel
KB 24/20	378,59	379,39	32506521,46	5372773,92	15m - 20m	Stubensst		Tunnel
KB 27/20	320,65	320,49	32506080,59	5373183,93	6,5m - 9,5m	Quartär	**UF**	Tü-Kreuz
KB 33/20	317,95	317,80	32505982,61	5373208,80	4,6m - 5,6m	Quartär	**UF**	Tü-Kreuz
KB 35/20	322,53	323,36	32505983,12	5373142,09	7m - 9m	Schilfsst		Tü-Kreuz
B 1-1/06	316,29	316,80	32506167,57	5373380,20	2m - 5m	Quartär		Tü-Kreuz
KB 41/20	316,80	317,55	32506321,24	5373541,17	3m - 6m	Quartär		Tü-Kreuz
KB 48/20	344,54	345,32	32504988,23	5370939,25	4,7m - 8,7m	Quartär		Bläsibad
KB 53/20	346,07	346,92	32505065,81	5371031,67	8m - 10m	Bunte Mergel		Bläsibad

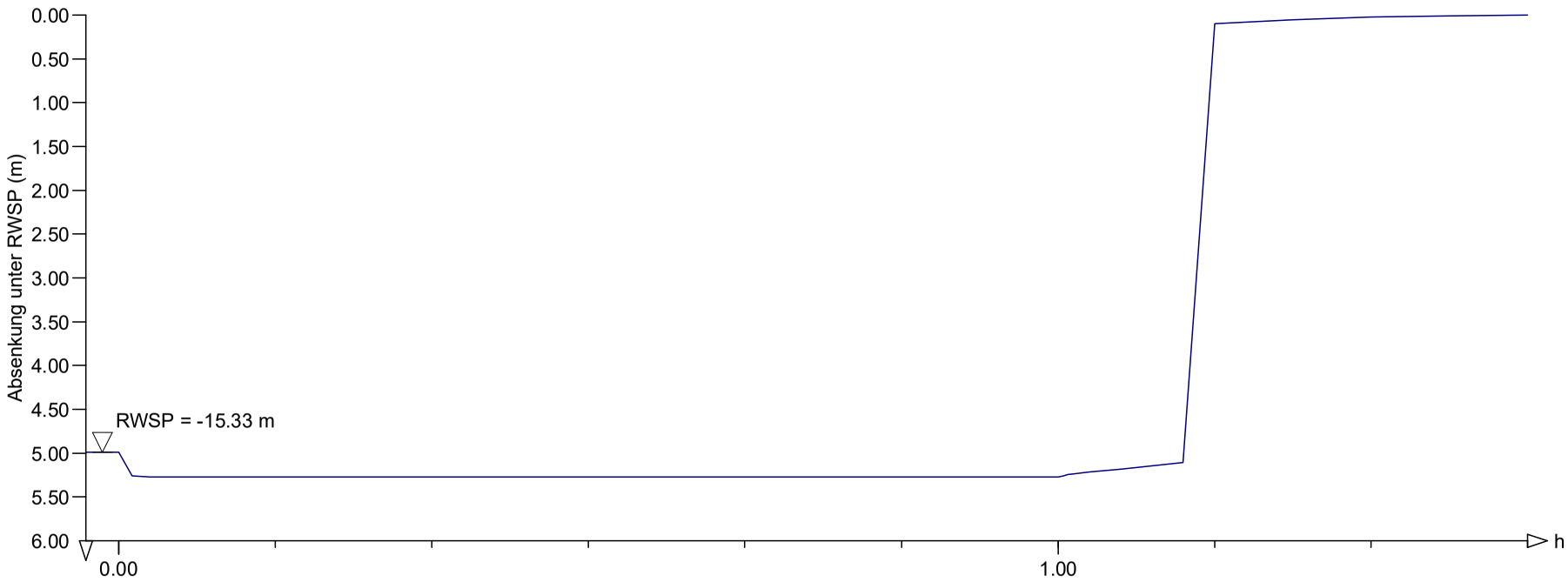
Anlage 3.2: Dokumentation der Grundwasserstandsmessungen (in m unter Messpunkt)

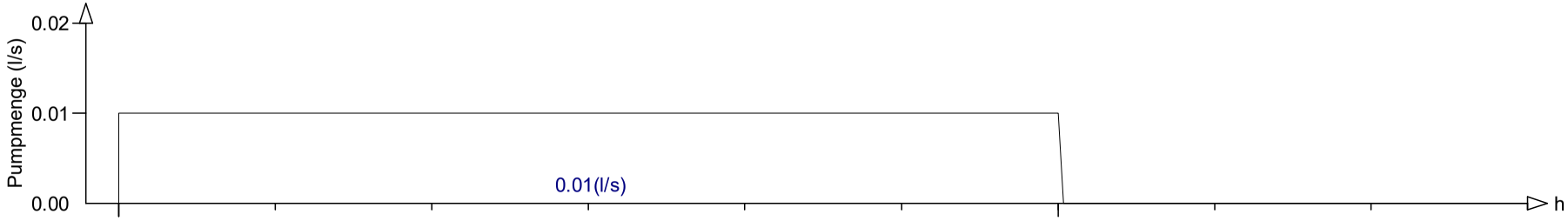
Datum	22.02.2021	09.03.2021	24.03.2021	31.03.2021	09.04.2021	23.04.2021	10.05.2021	27.05.2021	11.06.2021	05.07.2021	02.08.2021
Messung durch .	LGA	LGA	RP TÜ	RP TÜ	RP TÜ	RP TÜ	RP TÜ	RP TÜ	RP TÜ	RP TÜ	RP TÜ
KB 01/20	13,22	13,45	13,28	13,30	13,40	13,36	12,61	12,37	12,65	11,06	11,61
B 1-11/06	2,93	3,14	2,95	2,94	3,08	3,04	0,89	2,23	2,59	0,92	2,16
KB 02/20	35,12	35,35	35,20	35,21	35,32	35,29	34,65	34,42	34,64	32,87	33,58
KB 03/20	41,12	41,23	41,20	41,18	41,25	41,28	40,85	39,73	39,96	37,15	37,77
KB 06/20	33,98	33,97	33,98	33,97	33,97	33,97	33,82	33,67	33,78	33,08	33,45
KB 07/20	6,27	11,42	11,44	11,47	11,50	11,53	11,27	10,63	10,81	9,73	10,33
B 1-9/06	-	4,91	4,85	-	4,93	4,96	4,68	4,17	4,21	3,39	3,73
KB 08/20	29,43	28,18	28,71	28,86	28,91	29,41	28,78	27,12	27,16	26,76	26,31
KB 10/20	40,84	41,55	41,25	41,51	42,54	43,04	42,87	42,69	43,18	43,21	42,62
KB 12/20	27,40	27,37	27,35	27,35	27,34	27,36	27,36	27,33	33,50	33,47	33,33
B 1-7/06	-	15,50	15,58	-	15,59	15,62	15,60	15,23	15,25	14,29	14,56
KB 13/20	33,60	33,64	-	-	32,84	32,79	32,84	32,86	32,88	32,88	32,65
KB 14/20	40,28	29,18	33,58	35,05	35,68	35,96	38,20	34,44	36,25	32,83	40,28
KB 15/20	trocken	trocken	24,94	24,94	trocken	trocken	trocken	trocken	trocken	trocken	trocken
KB 16/20	16,20	18,07	18,12	18,06	18,08	Durchf. Pumpversuch	18,12	18,09	18,00	17,90	17,68
B 1-5/06	13,98	14,06	13,88	13,84	13,82	Durchf. Pumpversuch	13,76	13,46	13,27	12,73	11,59
KB 17/20	24,35	24,31	24,38	24,34	24,39	Durchf. Pumpversuch	24,41	24,32	24,28	23,99	23,71
KB 18/20	7,24	7,28	7,28	7,28	7,28	Durchf. Pumpversuch	7,22	7,24	7,31	6,73	7,24
KB 19/20	37,80	38,38	38,44	38,40	38,42	38,46	38,40	38,15	38,27	38,10	38,13
KB 20/20	19,34	19,53	19,57	19,62	19,68	19,75	19,62	19,59	19,64	18,90	19,14
KB 21/20	15,53	15,74	15,76	15,79	15,86	15,91	15,73	15,65	15,67	14,75	14,61
KB 22/20	9,75	9,92	9,94	9,98	10,05	10,10	9,90	9,89	9,95	9,21	9,49
B 1-3/06	-	12,84	12,89	-	12,99	13,08	12,90	12,72	12,72	11,75	11,60
KB 24/20	9,90	10,02	10,66	-	10,59	10,70	9,99	-	9,20	-	8,55
KB 27/20	6,08	6,35	6,30	6,29	6,38	6,46	5,98	-	6,17	4,64	5,32
KB 33/20	3,11	3,51	3,44	3,50	3,61	3,69	3,43	-	3,65	2,78	3,19
KB 35/20	6,48	6,80	6,88	6,89	7,10	7,10	6,52	6,46	6,78	5,56	6,33
B 1-1/06	3,46	3,58	3,61	3,66	3,71	3,78	3,68	-	3,71	3,00	3,39
KB 41/20	4,48	4,59	-	3,87	3,92	3,98	3,95	-	3,94	-	3,59
KB 48/20	5,93	6,19	6,17	6,32	6,54	6,61	5,86	-	-	-	5,48
KB 53/20	4,84	5,10	4,85	4,88	4,98	4,95	4,06	4,02	4,26	2,64	3,46

Anlage 3.3: Dokumentation der Grundwasserstandsmessungen (in m NHN)

Datum	22.02.2021	09.03.2021	24.03.2021	31.03.2021	09.04.2021	23.04.2021	10.05.2021	27.05.2021	11.06.2021	05.07.2021	02.08.2021
KB 01/20	343,02	342,79	342,96	342,94	342,84	342,88	343,63	343,87	343,59	345,18	344,63
B 1-11/06	339,96	339,75	339,94	339,95	339,81	339,85	342,00	340,66	340,30	341,97	340,73
KB 02/20	342,88	342,65	342,80	342,79	342,68	342,71	343,35	343,58	343,36	345,13	344,42
KB 03/20	342,69	342,58	342,61	342,63	342,56	342,53	342,96	344,08	343,85	346,66	346,04
KB 06/20	344,40	344,41	344,40	344,41	344,41	344,41	344,56	344,71	344,60	345,30	344,93
KB 07/20	356,57	351,42	351,40	351,37	351,34	351,31	351,57	352,21	352,03	353,11	352,51
B 1-9/06		354,28	354,34		354,26	354,23	354,51	355,02	354,98	355,80	355,46
KB 08/20	359,06	360,31	359,78	359,63	359,58	359,08	359,71	361,37	361,33	361,73	362,18
KB 10/20	357,09	356,38	356,68	356,42	355,39	354,89	355,06	355,24	354,75	354,72	355,31
KB 12/20	369,42	369,45	369,47	369,47	369,48	369,46	369,46	369,49	363,32	363,35	363,49
B 1-7/06		377,21	377,13		377,12	377,09	377,11	377,48	377,46	378,42	378,15
KB 13/20	361,32	361,28			362,08	362,13	362,08	362,06	362,04	362,04	362,27
KB 14/20	348,21	359,31	354,91	353,44	352,81	352,53	350,29	354,05	352,24	355,66	348,21
KB 15/20			352,92	352,92							
KB 16/20	328,91	327,04	326,99	327,05	327,03		326,99	327,02	327,11	327,21	327,43
B 1-5/06	328,45	328,37	328,55	328,59	328,61		328,67	328,97	329,16	329,70	330,84
KB 17/20	315,22	315,26	315,19	315,23	315,18		315,16	315,25	315,29	315,58	315,86
KB 18/20	335,96	335,92	335,92	335,92	335,92		335,98	335,96	335,89	336,47	335,96
KB 19/20	322,94	322,36	322,30	322,34	322,32	322,28	322,34	322,59	322,47	322,64	322,61
KB 20/20	314,00	313,81	313,77	313,72	313,66	313,59	313,72	313,75	313,70	314,44	314,20
KB 21/20	314,55	314,34	314,32	314,29	314,22	314,17	314,35	314,43	314,41	315,33	315,47
KB 22/20	314,43	314,26	314,24	314,20	314,13	314,08	314,28	314,29	314,23	314,97	314,69
B 1-3/06		315,03	314,98		314,88	314,79	314,97	315,15	315,15	316,12	316,27
KB 24/20	369,49	369,37	368,73		368,80	368,69	369,40		370,19		370,84
KB 27/20	314,41	314,14	314,19	314,20	314,11	314,03	314,51		314,32	315,85	315,17
KB 33/20	314,69	314,29	314,36	314,30	314,19	314,11	314,37		314,15	315,02	314,61
KB 35/20	316,88	316,56	316,48	316,47	316,26	316,26	316,84	316,90	316,58	317,80	317,03
B 1-1/06	313,34	313,22	313,19	313,14	313,09	313,02	313,12		313,09	313,80	313,41
KB 41/20	313,07	312,96		313,68	313,63	313,57	313,60		313,61		313,96
KB 48/20	339,39	339,13	339,15	339,00	338,78	338,71	339,46				339,84
KB 53/20	342,08	341,82	342,07	342,04	341,94	341,97	342,86	342,90	342,66	344,28	343,46

Pumpversuch KB1/20 am 10.11.2020





BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Maybachstraße 6

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= + 0,7 m ü. GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Maybachstraße 6	Messpunkt:	POK= + 0,7 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB1/20 am 10.11.2020

Brunnen

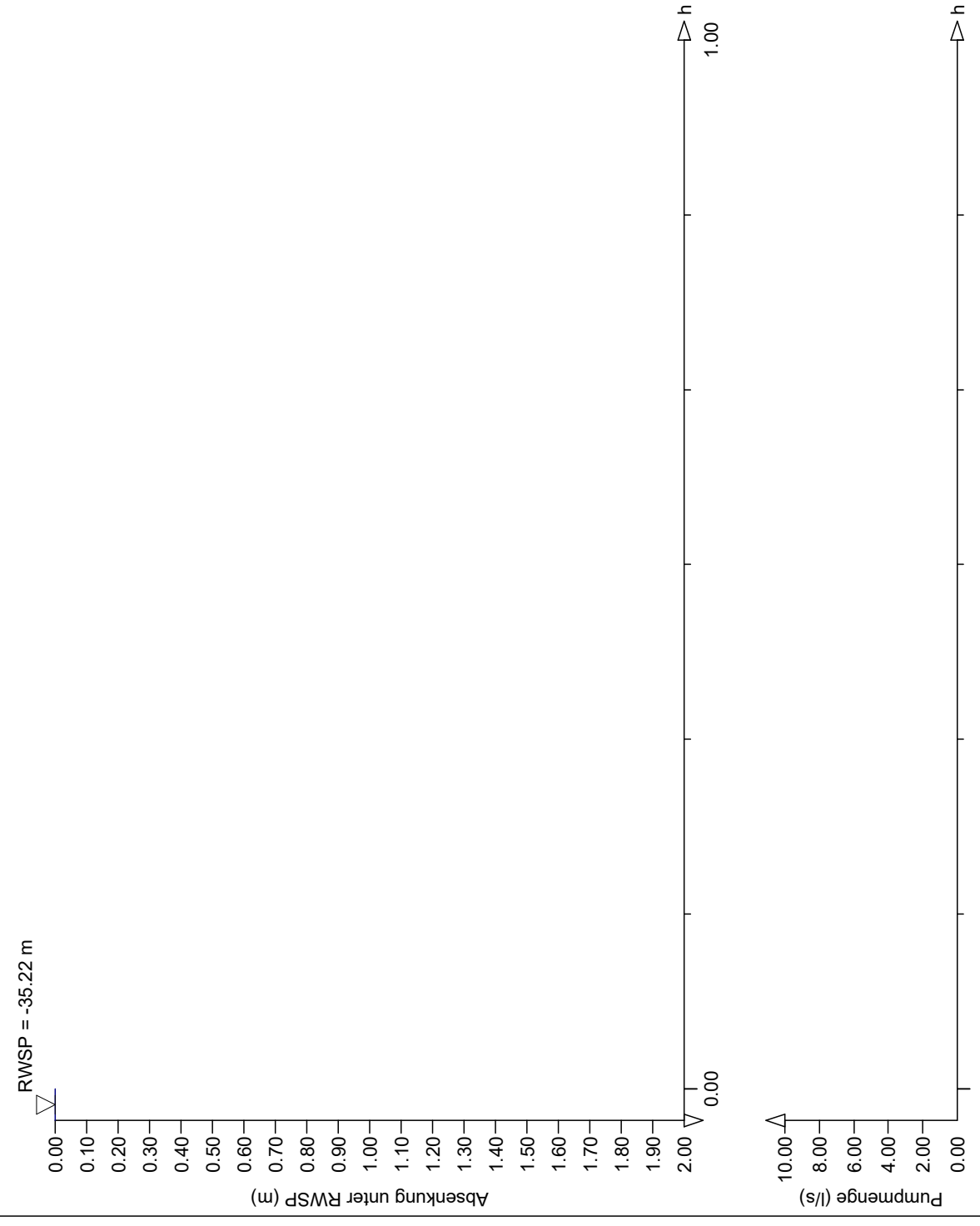
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	15.330	0.000	0.010
0h00m50s	15.600	0.270	0.010
0h02m00s	15.620	0.290	0.010
0h05m00s	15.620	0.290	0.010
0h10m00s	15.620	0.290	0.010
0h15m00s	15.620	0.290	0.010
0h30m00s	15.620	0.290	0.010
0h45m00s	15.620	0.290	0.010
1h00m00s	15.620	0.290	0.010
1h00m20s	15.600	0.270	0.000
1h00m40s	15.590	0.260	0.000
1h01m00s	15.580	0.250	0.000
1h02m00s	15.560	0.230	0.000
1h04m00s	15.530	0.200	0.000
1h08m00s	15.450	0.120	0.000
1h10m00s	10.440	-4.890	0.000
1h15m00s	10.400	-4.930	0.000
1h20m00s	10.370	-4.960	0.000
1h25m00s	10.350	-4.980	0.000
1h30m00s	10.345	-4.985	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 1h30m00s

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +0,9 m ü. GOK

Pumpversuch KB02/20 am 03.03.2021



BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +0,9 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB02/20 am 03.03.2021

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	35.220	0.000	

Ende des Versuches

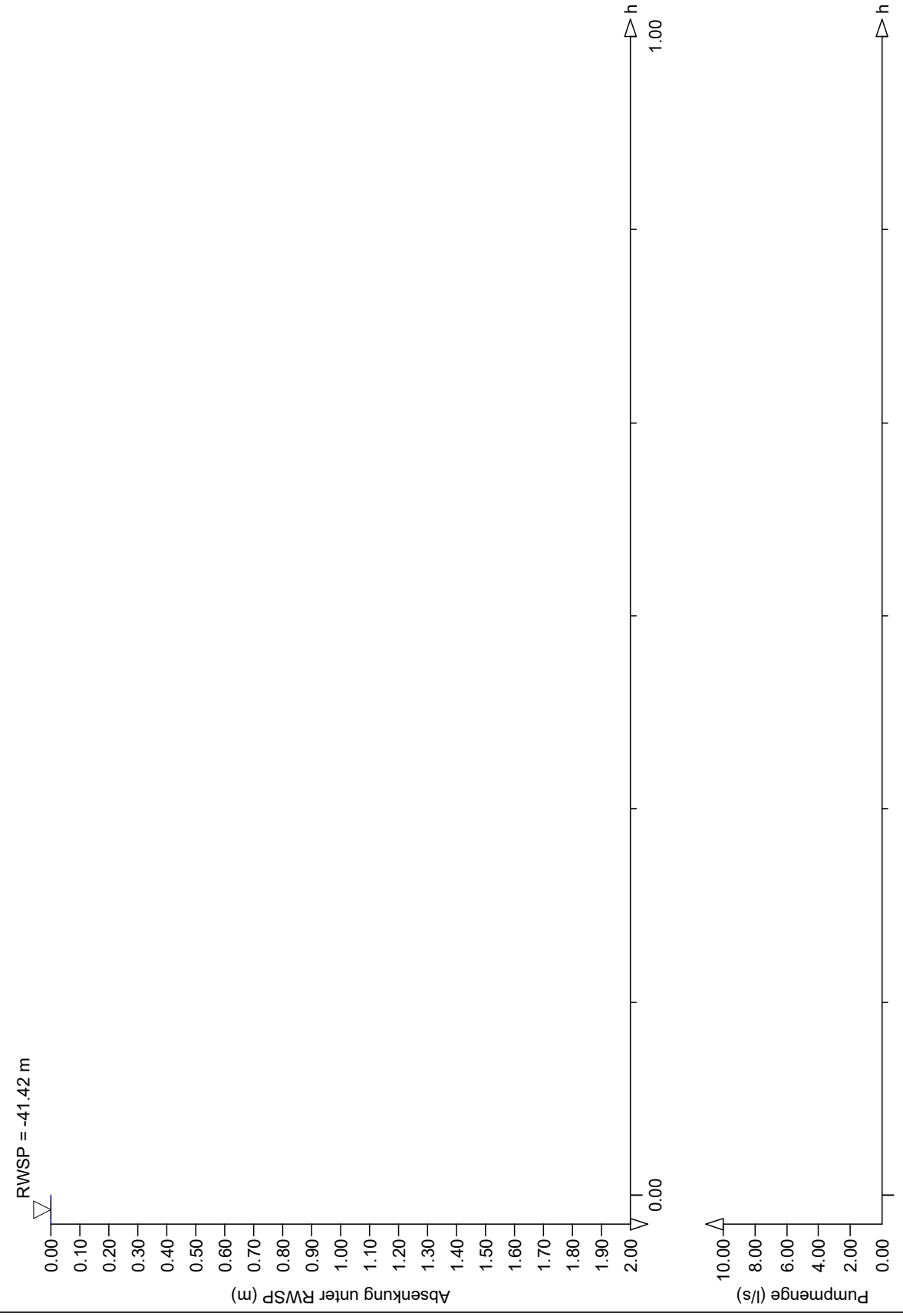
Versuchsdauer 0h00m00s

Wegen zu niedrigem Wasserstand, ist das Pumpen nicht möglich.

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +1,0 m ü. GOK

Pumpversuch KB03/20 am 18.02.2021



BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +1,0 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB03/20 am 18.02.2021

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	41.420	0.000	

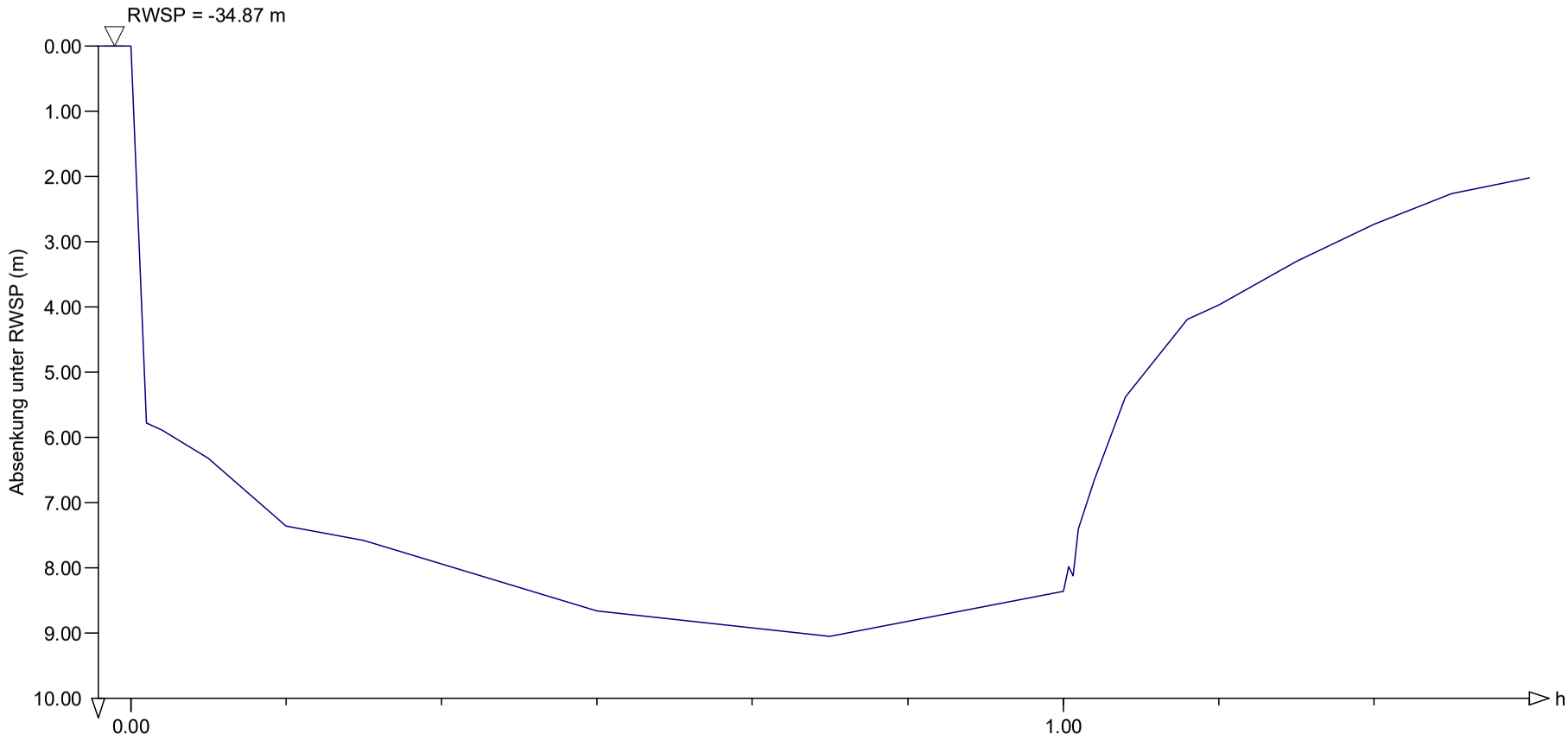
Ende des Versuches

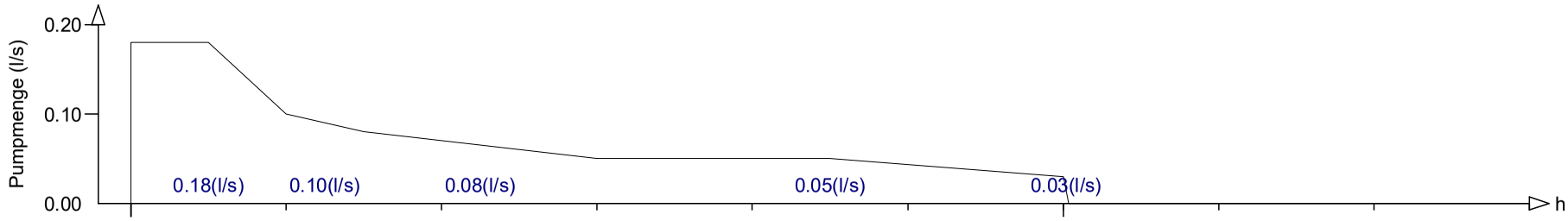
Versuchsdauer 0h00m00s

Wegen zu niedrigem Wasserstand, ist das Pumpen nicht möglich.

DC

Pumpversuch KB6/20 am 03.12.2020





BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= +0,7 m ü. GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +0,7 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB6/20 am 03.12.2020

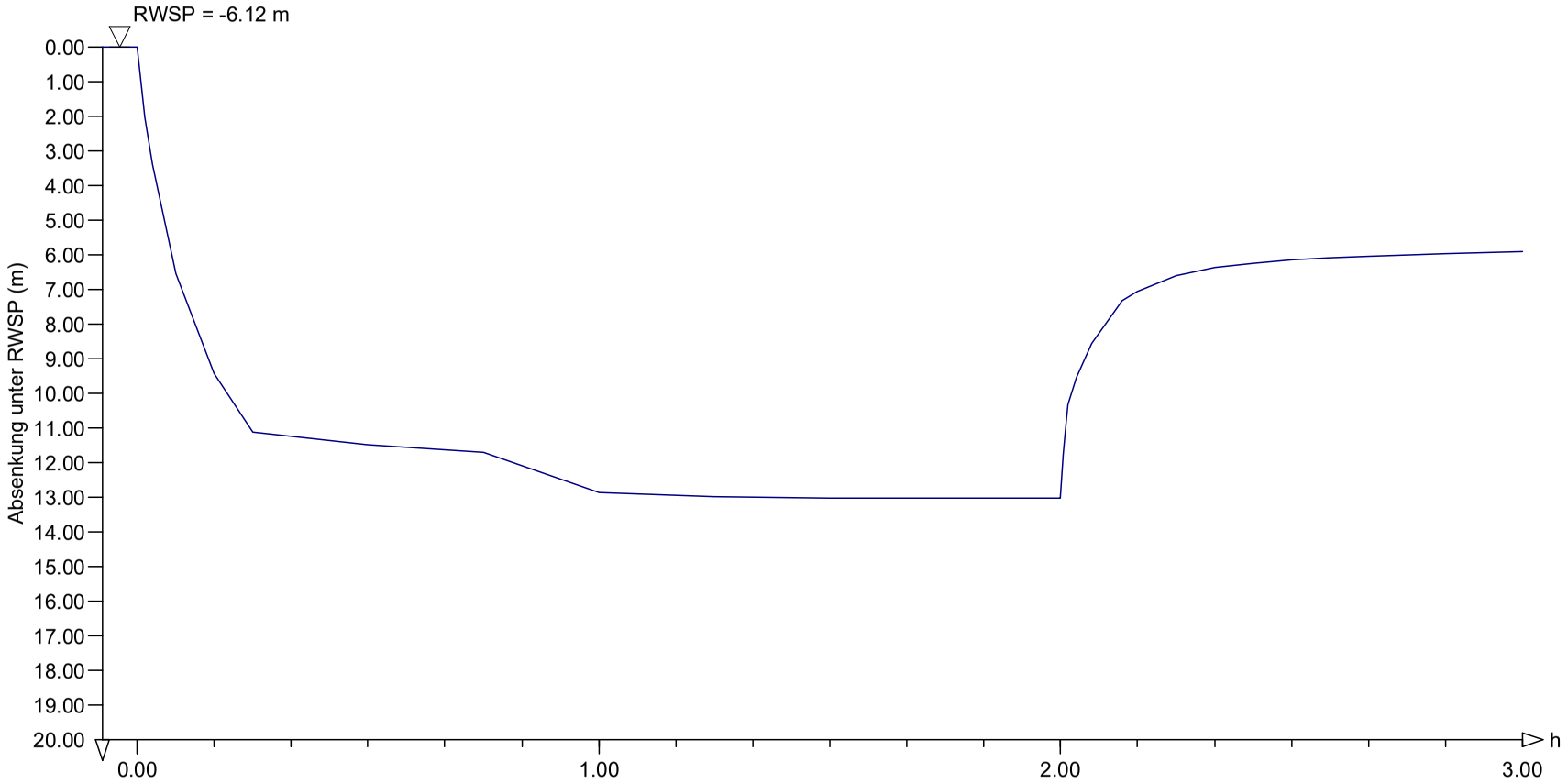
Brunnen

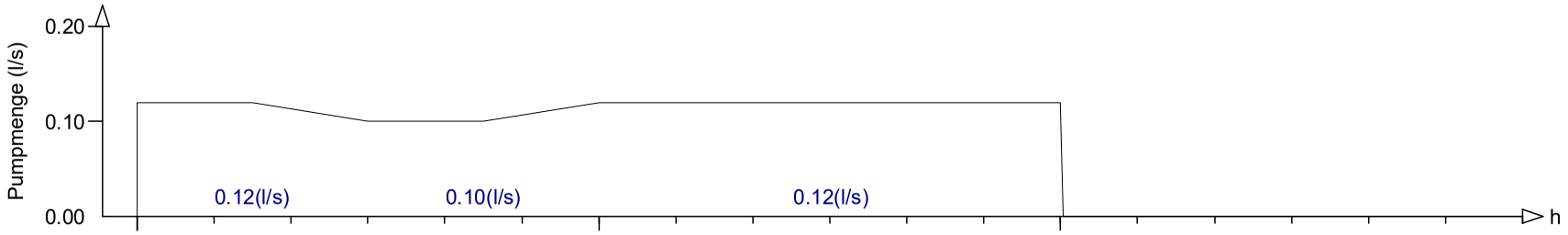
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	34.870	0.000	0.180
0h01m00s	40.650	5.780	0.180
0h02m00s	40.760	5.890	0.180
0h05m00s	41.190	6.320	0.180
0h10m00s	42.230	7.360	0.100
0h15m00s	42.450	7.580	0.080
0h30m00s	43.530	8.660	0.050
0h45m00s	43.920	9.050	0.050
1h00m00s	43.230	8.360	0.030
1h00m20s	42.850	7.980	0.000
1h00m40s	42.990	8.120	0.000
1h01m00s	42.270	7.400	0.000
1h02m00s	41.530	6.660	0.000
1h04m00s	40.250	5.380	0.000
1h08m00s	39.060	4.190	0.000
1h10m00s	38.840	3.970	0.000
1h15m00s	38.170	3.300	0.000
1h20m00s	37.600	2.730	0.000
1h25m00s	37.130	2.260	0.000
1h30m00s	36.890	2.020	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 1h30m00s

DC

Pumpversuch KB07/20 am 01.03.2021





BauGrund Süd
Gesellschaft für Geothermie mbH
88410 Bad Wurzach
Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Projektnr.: AZA2007062
Anlage:
Messpunkt: POK= +0,7 m ü. GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +0,7 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB07/20 am 01.03.2021

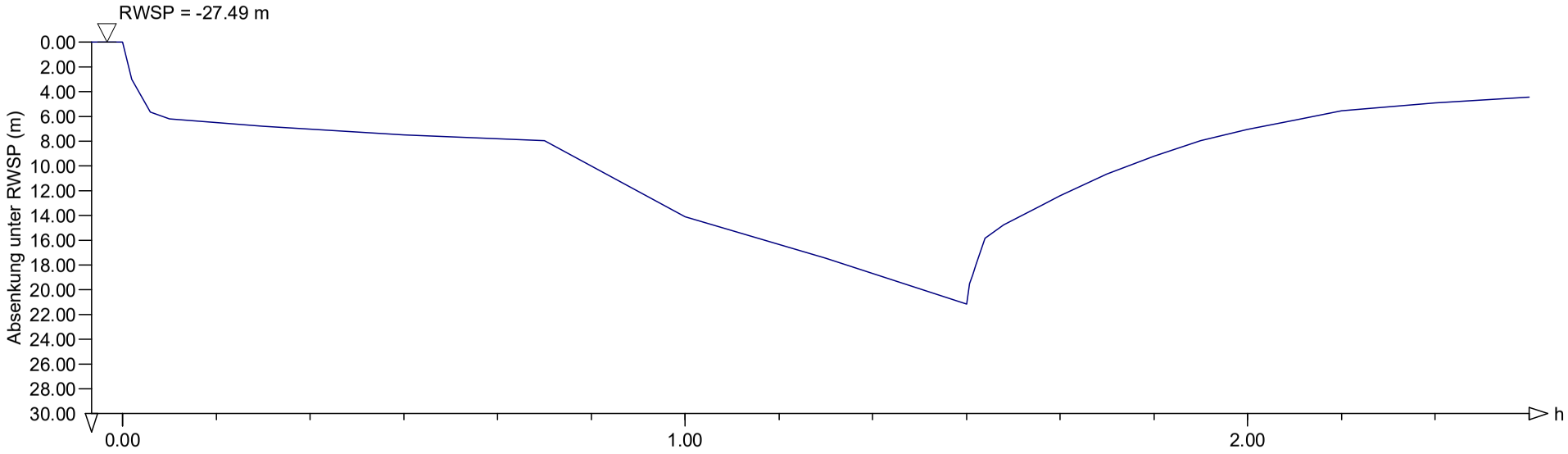
Brunnen

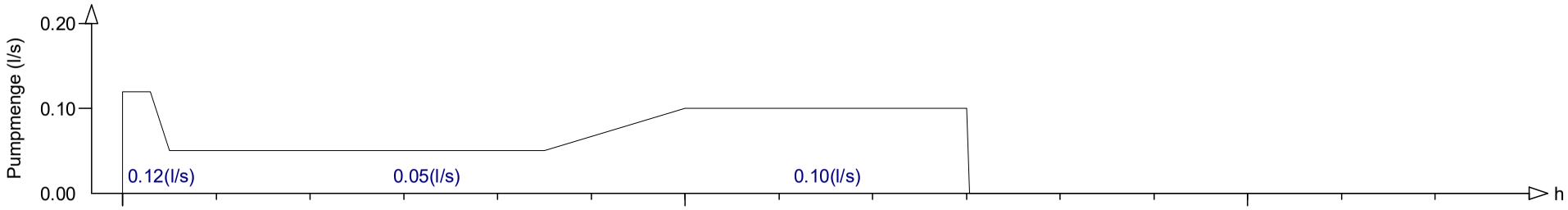
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	6.120	0.000	0.120
0h01m00s	8.140	2.020	0.120
0h02m00s	9.510	3.390	0.120
0h05m00s	12.650	6.530	0.120
0h10m00s	15.530	9.410	0.120
0h15m00s	17.240	11.120	0.120
0h30m00s	17.610	11.490	0.100
0h45m00s	17.830	11.710	0.100
1h00m00s	18.990	12.870	0.120
1h15m00s	19.100	12.980	0.120
1h30m00s	19.140	13.020	0.120
2h00m00s	19.150	13.030	0.120
2h00m20s	17.880	11.760	0.000
2h00m40s	17.040	10.920	0.000
2h01m00s	16.450	10.330	0.000
2h02m00s	15.660	9.540	0.000
2h04m00s	14.670	8.550	0.000
2h08m00s	13.430	7.310	0.000
2h10m00s	13.180	7.060	0.000
2h15m00s	12.720	6.600	0.000
2h20m00s	12.480	6.360	0.000
2h25m00s	12.360	6.240	0.000
2h30m00s	12.260	6.140	0.000
2h35m00s	12.200	6.080	0.000
2h40m00s	12.150	6.030	0.000
2h50m00s	12.070	5.950	0.000
3h00m00s	12.030	5.910	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 3h00m00s

DC

Pumpversuch KB08/20 am 17.02.2021





BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= +0,7 m ü. GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +0,7 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB08/20 am 17.02.2021

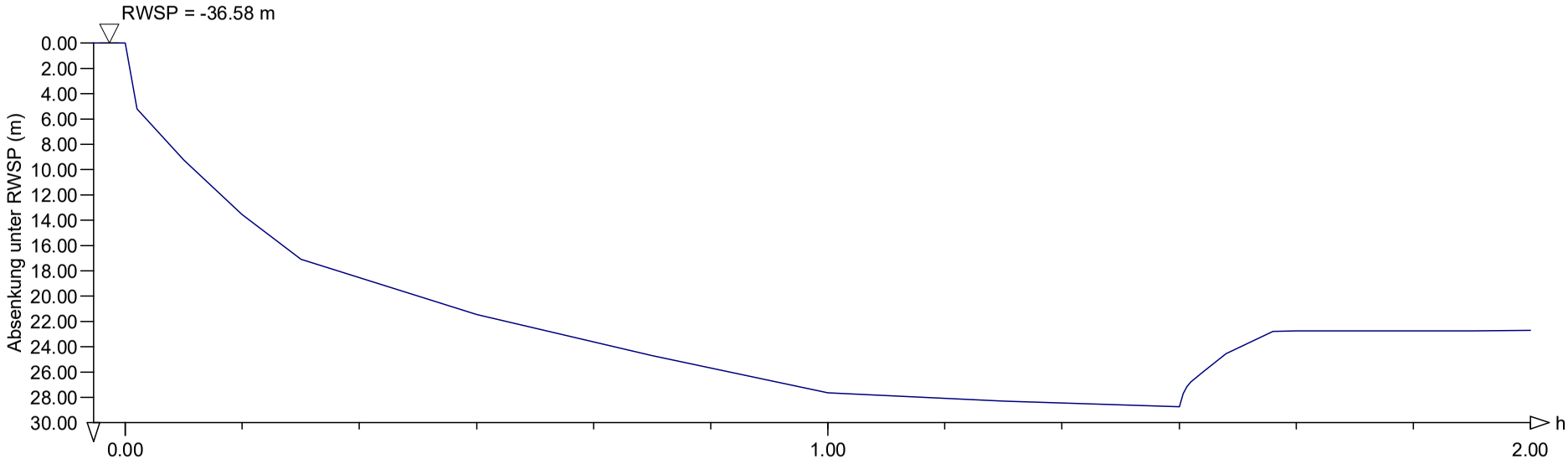
Brunnen

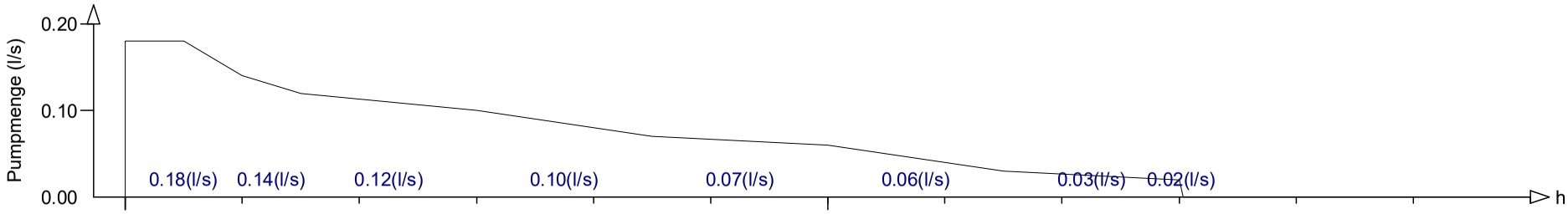
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	27.490	0.000	0.120
0h01m00s	30.490	3.000	0.120
0h03m00s	33.150	5.660	0.120
0h05m00s	33.710	6.220	0.050
0h10m00s	33.990	6.500	0.050
0h15m00s	34.280	6.790	0.050
0h30m00s	35.010	7.520	0.050
0h45m00s	35.430	7.940	0.050
1h00m00s	41.600	14.110	0.100
1h15m00s	44.950	17.460	0.100
1h30m00s	48.640	21.150	0.100
1h30m20s	46.970	19.480	0.000
1h30m40s	46.290	18.800	0.000
1h31m00s	45.510	18.020	0.000
1h32m00s	43.360	15.870	0.000
1h34m00s	42.240	14.750	0.000
1h38m00s	40.680	13.190	0.000
1h40m00s	39.910	12.420	0.000
1h45m00s	38.130	10.640	0.000
1h50m00s	36.690	9.200	0.000
1h55m00s	35.450	7.960	0.000
2h00m00s	34.540	7.050	0.000
2h05m00s	33.790	6.300	0.000
2h10m00s	33.030	5.540	0.000
2h20m00s	32.380	4.890	0.000
2h30m00s	31.940	4.450	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 2h30m00s

DC

Pumpversuch KB10/20 am 03.12.2020





BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= +0,9 m ü. GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +0,9 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB10/20 am 03.12.2020

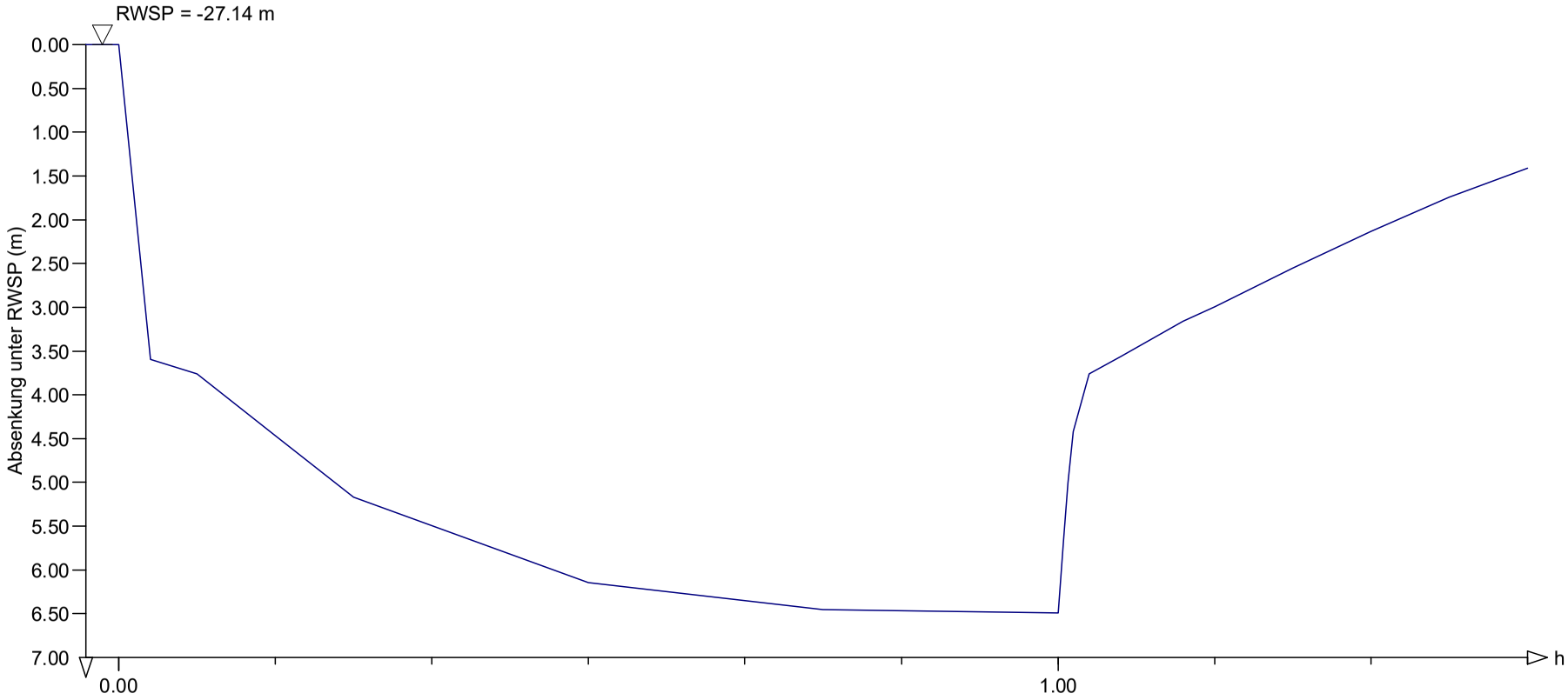
Brunnen

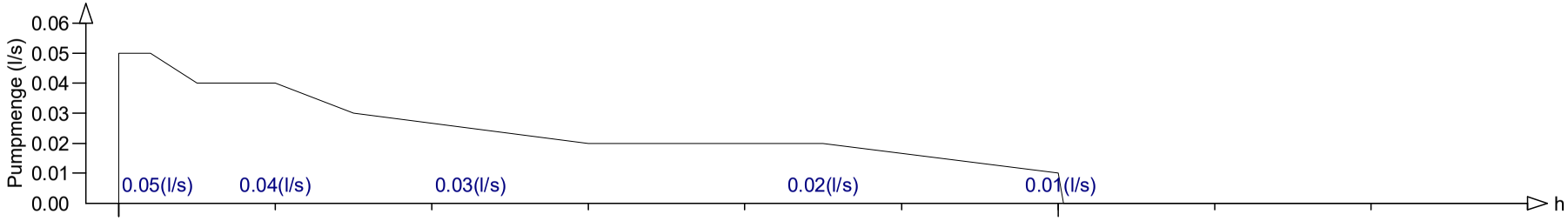
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	36.580	0.000	0.180
0h01m00s	41.800	5.220	0.180
0h05m00s	45.850	9.270	0.180
0h10m00s	50.120	13.540	0.140
0h15m00s	53.680	17.100	0.120
0h30m00s	58.030	21.450	0.100
0h45m00s	61.300	24.720	0.070
1h00m00s	64.210	27.630	0.060
1h15m00s	64.890	28.310	0.030
1h30m00s	65.310	28.730	0.020
1h30m20s	64.260	27.680	0.000
1h30m40s	63.720	27.140	0.000
1h31m00s	63.390	26.810	0.000
1h32m00s	62.560	25.980	0.000
1h34m00s	61.110	24.530	0.000
1h38m00s	59.370	22.790	0.000
1h40m00s	59.350	22.770	0.000
1h45m00s	59.340	22.760	0.000
1h50m00s	59.330	22.750	0.000
1h55m00s	59.310	22.730	0.000
2h00m00s	59.300	22.720	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 2h00m00s

DC

Pumpversuch KB12/20 am 04.11.2020





BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= +0,9 m ü. GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.: AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:
Zeppelinstraße 10	Messpunkt: POK= +0,9 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB12/20 am 04.11.2020

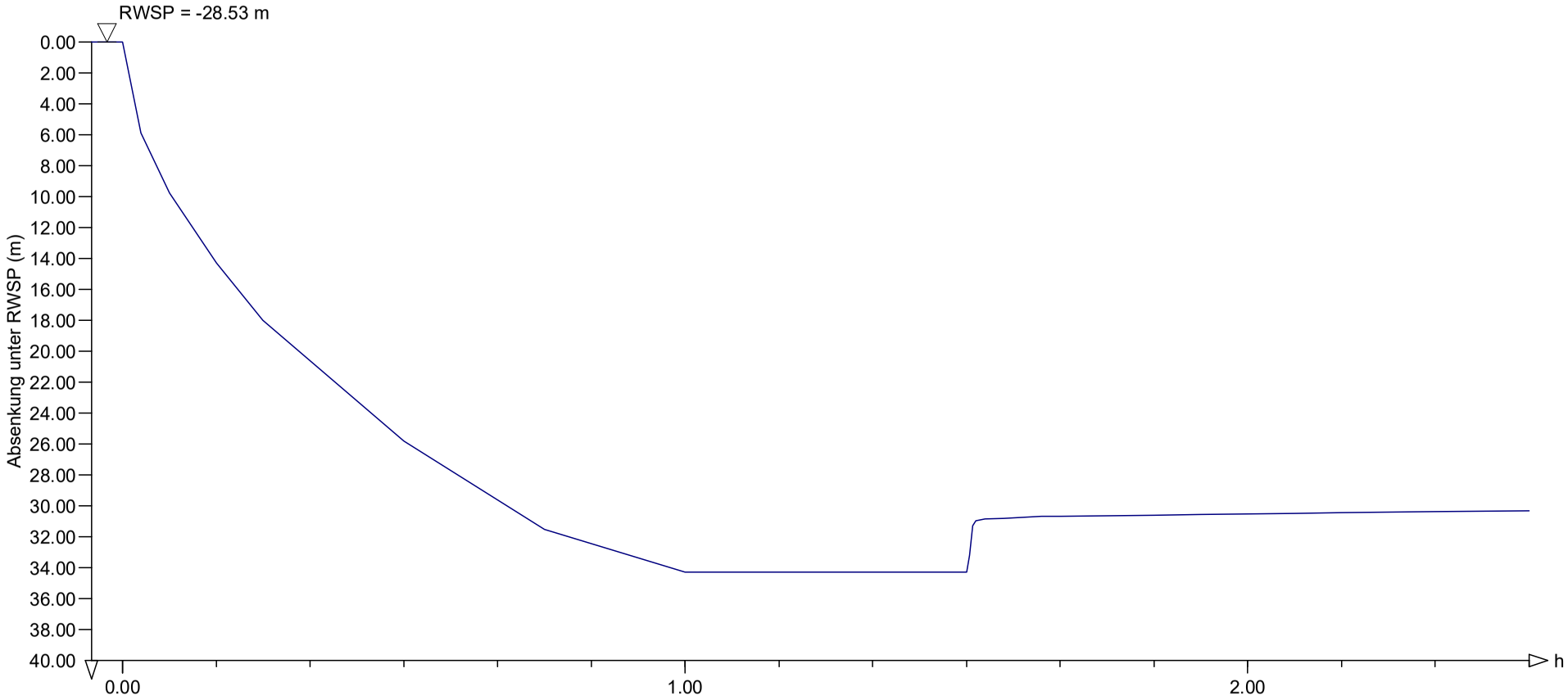
Brunnen

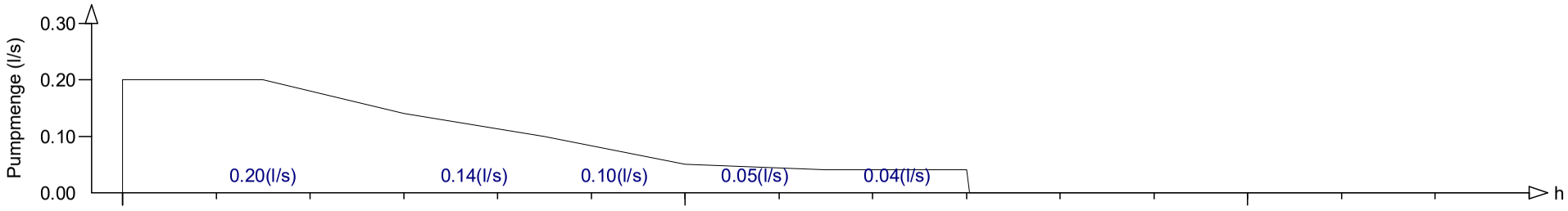
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	27.140	0.000	0.050
0h02m00s	30.730	3.590	0.050
0h05m00s	30.900	3.760	0.040
0h10m00s	31.600	4.460	0.040
0h15m00s	32.310	5.170	0.030
0h30m00s	33.280	6.140	0.020
0h45m00s	33.590	6.450	0.020
1h00m00s	33.630	6.490	0.010
1h00m20s	32.800	5.660	0.000
1h00m40s	32.140	5.000	0.000
1h01m00s	31.560	4.420	0.000
1h02m00s	30.900	3.760	0.000
1h04m00s	30.700	3.560	0.000
1h08m00s	30.300	3.160	0.000
1h10m00s	30.130	2.990	0.000
1h15m00s	29.690	2.550	0.000
1h20m00s	29.270	2.130	0.000
1h25m00s	28.880	1.740	0.000
1h30m00s	28.550	1.410	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 1h30m00s

DC

Pumpversuch KB13/20 am 16.02.2021





BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= +0,8 m ü. GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +0,8 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB13/20 am 16.02.2021

Brunnen

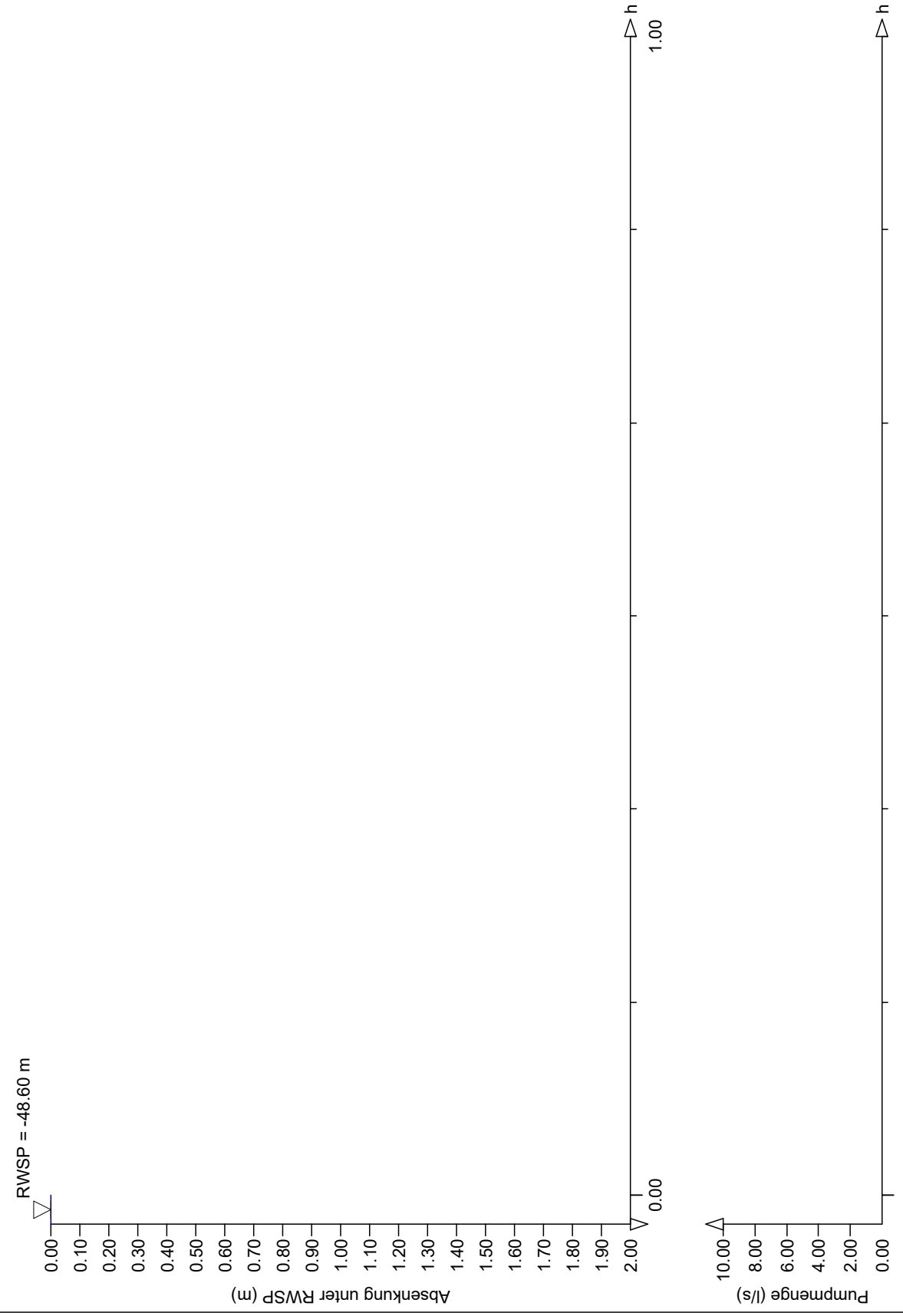
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	28.530	0.000	0.200
0h02m00s	34.430	5.900	0.200
0h05m00s	38.300	9.770	0.200
0h10m00s	42.810	14.280	0.200
0h15m00s	46.520	17.990	0.200
0h30m00s	54.330	25.800	0.140
0h45m00s	60.030	31.500	0.100
1h00m00s	62.810	34.280	0.050
1h15m00s	62.830	34.300	0.040
1h30m00s	62.830	34.300	0.040
1h30m20s	61.730	33.200	0.000
1h30m40s	59.800	31.270	0.000
1h31m00s	59.480	30.950	0.000
1h32m00s	59.350	30.820	0.000
1h34m00s	59.310	30.780	0.000
1h38m00s	59.230	30.700	0.000
1h40m00s	59.200	30.670	0.000
1h45m00s	59.170	30.640	0.000
1h50m00s	59.120	30.590	0.000
1h55m00s	59.070	30.540	0.000
2h00m00s	59.030	30.500	0.000
2h05m00s	59.000	30.470	0.000
2h10m00s	58.960	30.430	0.000
2h20m00s	58.900	30.370	0.000
2h30m00s	58.850	30.320	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 2h30m00s

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +1,0 m ü. GOK

Pumpversuch KB14/20 am 18.02.2021



BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +1,0 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB14/20 am 18.02.2021

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	48.600	0.000	

Ende des Versuches
Versuchsdauer 0h00m00s

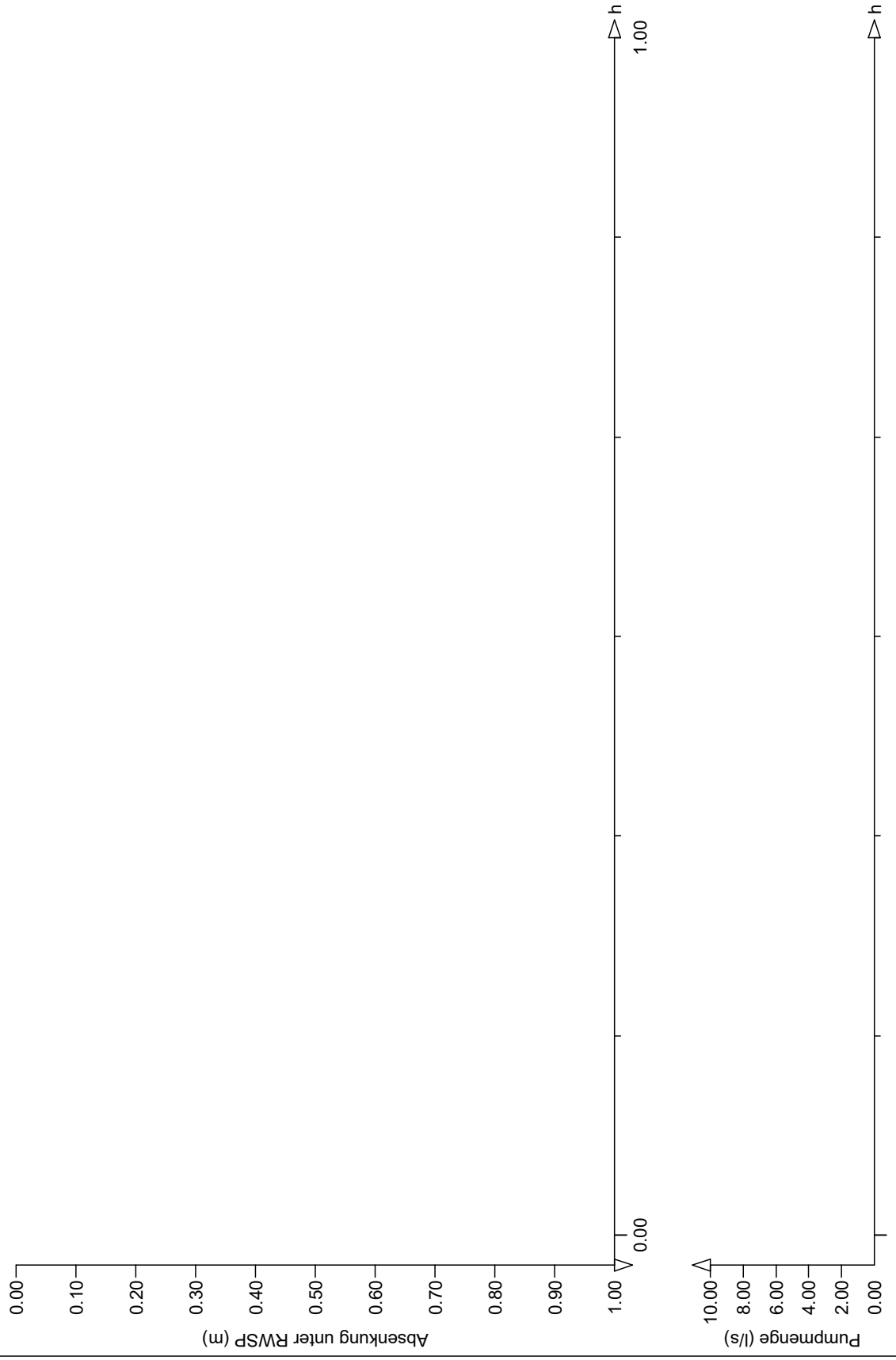
Zu wenig Wasser zum klarpumpen.
Deswegen mit sauberem Wasser gepült.

Wasserprobe nicht möglich.

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= GOK

Pumpversuch KB15/20 am 17.02.2021



BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB15/20 am 17.02.2021

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s		0.000	

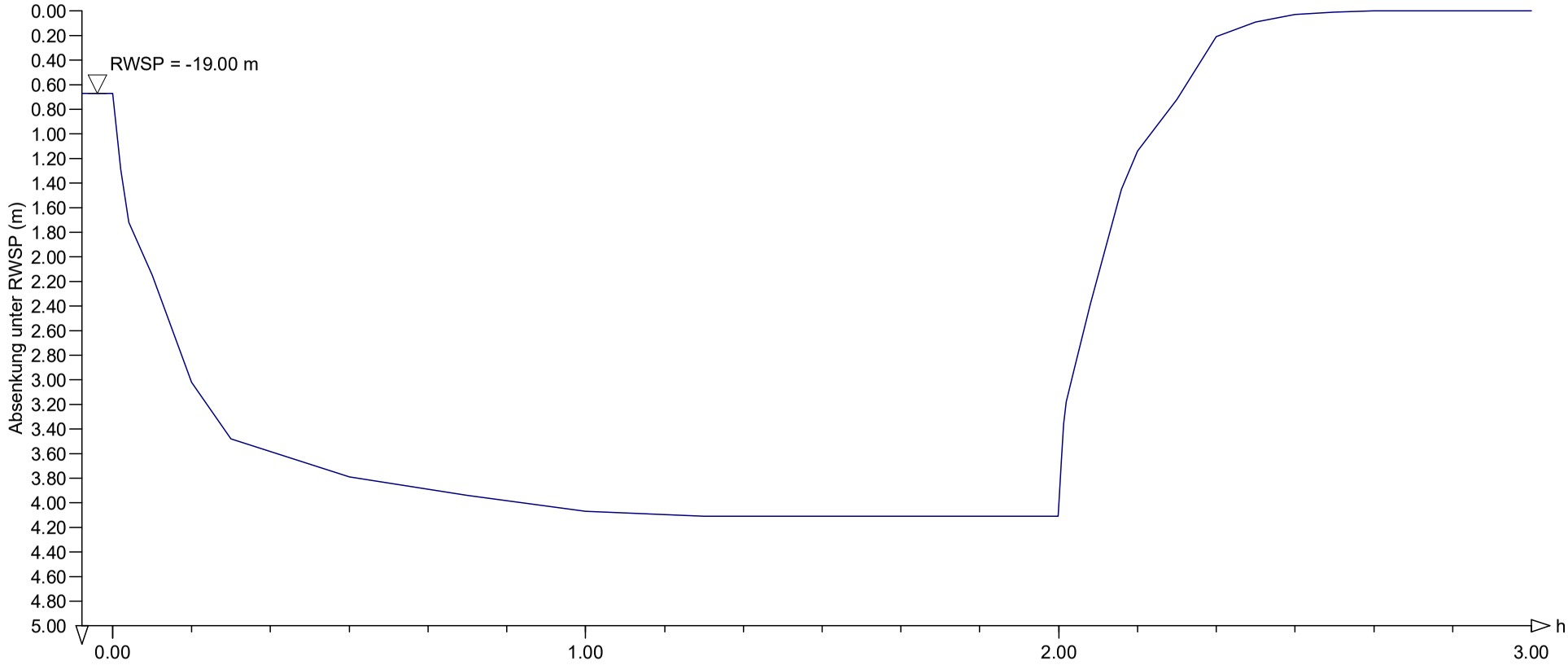
Ende des Versuches

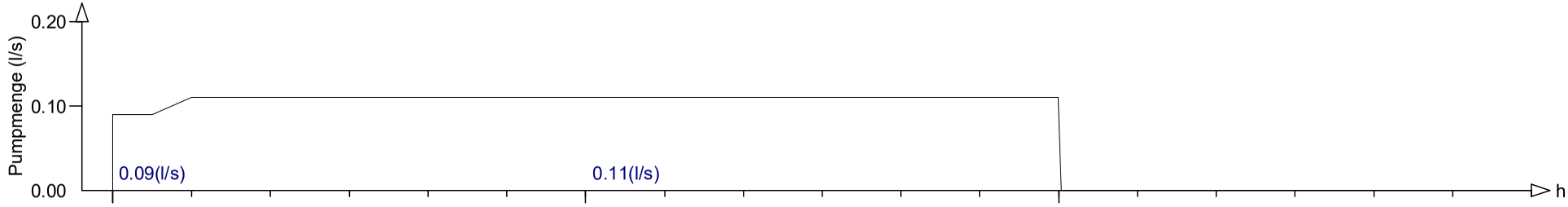
Versuchsdauer 0h00m00s

Pegel ganz trocken, keine Möglichkeit zum Pumpen.

DC

Pumpversuch KB16/20 am 02.03.2021





BauGrund Süd
Gesellschaft für Geothermie mbH
88410 Bad Wurzach
Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Projektnr.: AZA2007062
Anlage:
Messpunkt: POK= GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB16/20 am 02.03.2021

Brunnen

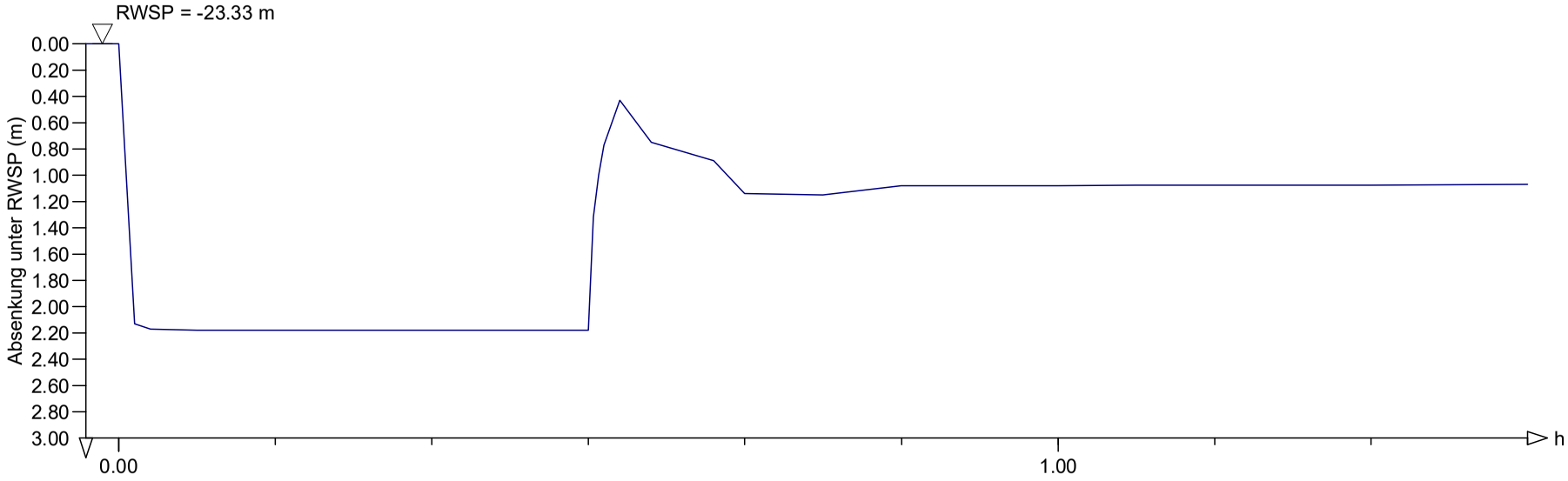
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	19.000	0.000	0.090
0h01m00s	19.620	0.620	0.090
0h02m00s	20.050	1.050	0.090
0h05m00s	20.480	1.480	0.090
0h10m00s	21.350	2.350	0.110
0h15m00s	21.810	2.810	0.110
0h30m00s	22.120	3.120	0.110
0h45m00s	22.270	3.270	0.110
1h00m00s	22.400	3.400	0.110
1h15m00s	22.440	3.440	0.110
1h30m00s	22.440	3.440	0.110
2h00m00s	22.440	3.440	0.110
2h00m20s	22.000	3.000	0.000
2h00m40s	21.690	2.690	0.000
2h01m00s	21.510	2.510	0.000
2h02m00s	21.240	2.240	0.000
2h04m00s	20.720	1.720	0.000
2h08m00s	19.780	0.780	0.000
2h10m00s	19.470	0.470	0.000
2h15m00s	19.050	0.050	0.000
2h20m00s	18.540	-0.460	0.000
2h25m00s	18.420	-0.580	0.000
2h30m00s	18.360	-0.640	0.000
2h35m00s	18.340	-0.660	0.000
2h40m00s	18.330	-0.670	0.000
2h50m00s	18.330	-0.670	0.000
3h00m00s	18.330	-0.670	0.000

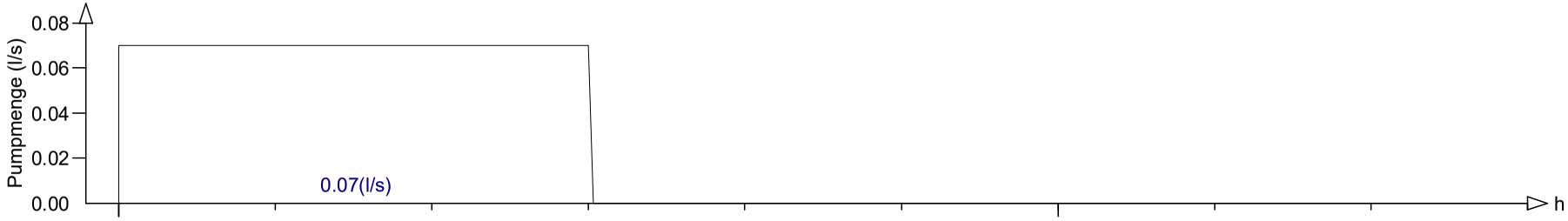
Ende des Versuches

Versuchsdauer 3h00m00s

DC

Pumpversuch KB17/20 am 23.02.2021





BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= +0,8 m ü. GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +0,8 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB17/20 am 23.02.2021

Brunnen

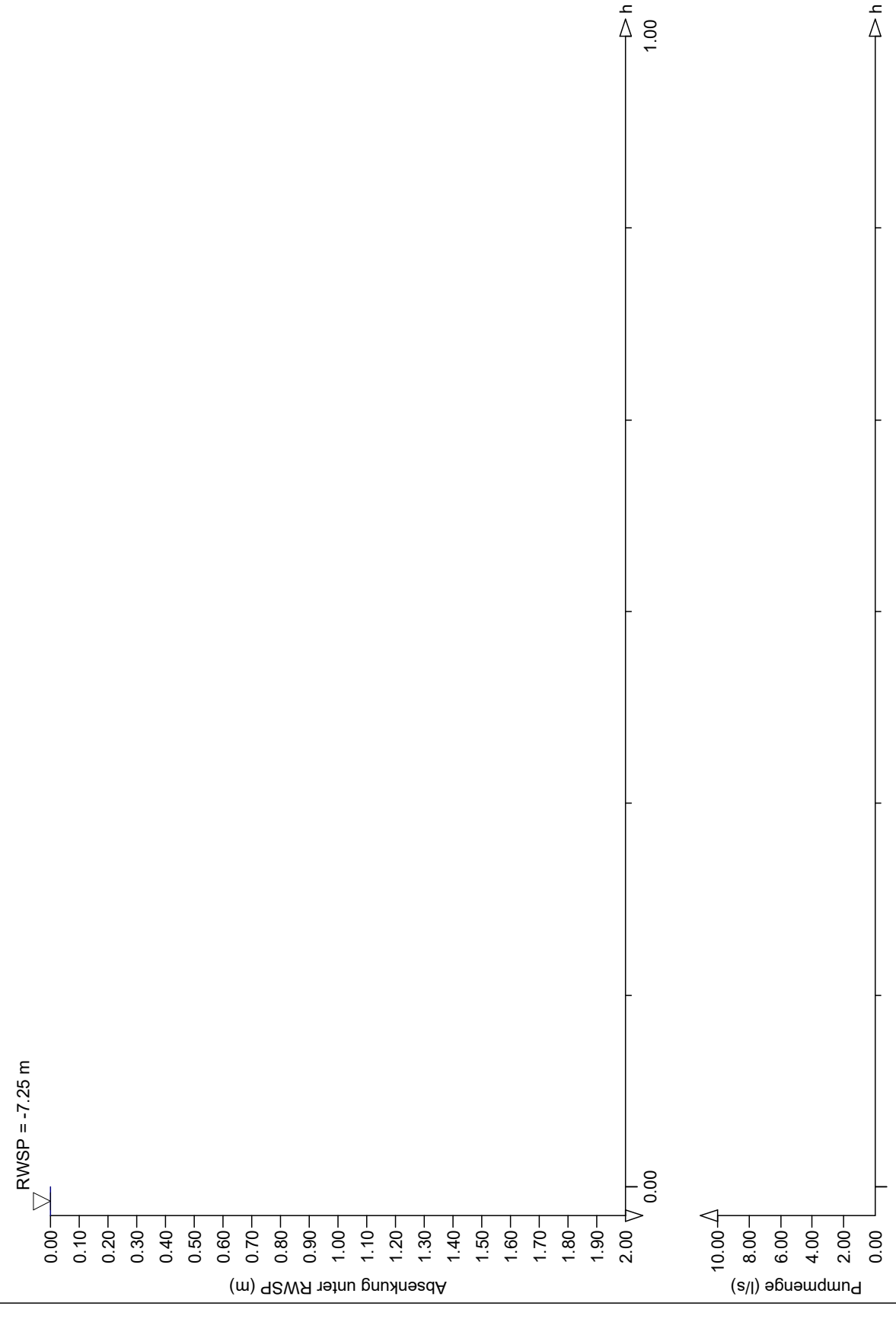
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	23.330	0.000	0.070
0h01m00s	25.460	2.130	0.070
0h02m00s	25.500	2.170	0.070
0h05m00s	25.510	2.180	0.070
0h10m00s	25.510	2.180	0.070
0h15m00s	25.510	2.180	0.070
0h30m00s	25.510	2.180	0.070
0h30m20s	24.650	1.320	0.000
0h30m40s	24.330	1.000	0.000
0h31m00s	24.100	0.770	0.000
0h32m00s	23.760	0.430	0.000
0h34m00s	24.080	0.750	0.000
0h38m00s	24.220	0.890	0.000
0h40m00s	24.470	1.140	0.000
0h45m00s	24.480	1.150	0.000
0h50m00s	24.410	1.080	0.000
0h55m00s	24.410	1.080	0.000
1h00m00s	24.410	1.080	0.000
1h05m00s	24.405	1.075	0.000
1h10m00s	24.405	1.075	0.000
1h20m00s	24.405	1.075	0.000
1h30m00s	24.400	1.070	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 1h30m00s

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +0,8 m ü. GOK

Pumpversuch KB18/20 am 23.02.2021



BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +0,8 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB18/20 am 23.02.2021

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	7.250	0.000	

Ende des Versuches
Versuchsdauer 0h00m00s

Kaum Wasser, laut Geologe muss der Pegel nicht klargepumpt werden.

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= + 0,7 m ü. GOK

Pumpversuch KB19/20 am 02.03.2021



BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= + 0,7 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB19/20 am 02.03.2021

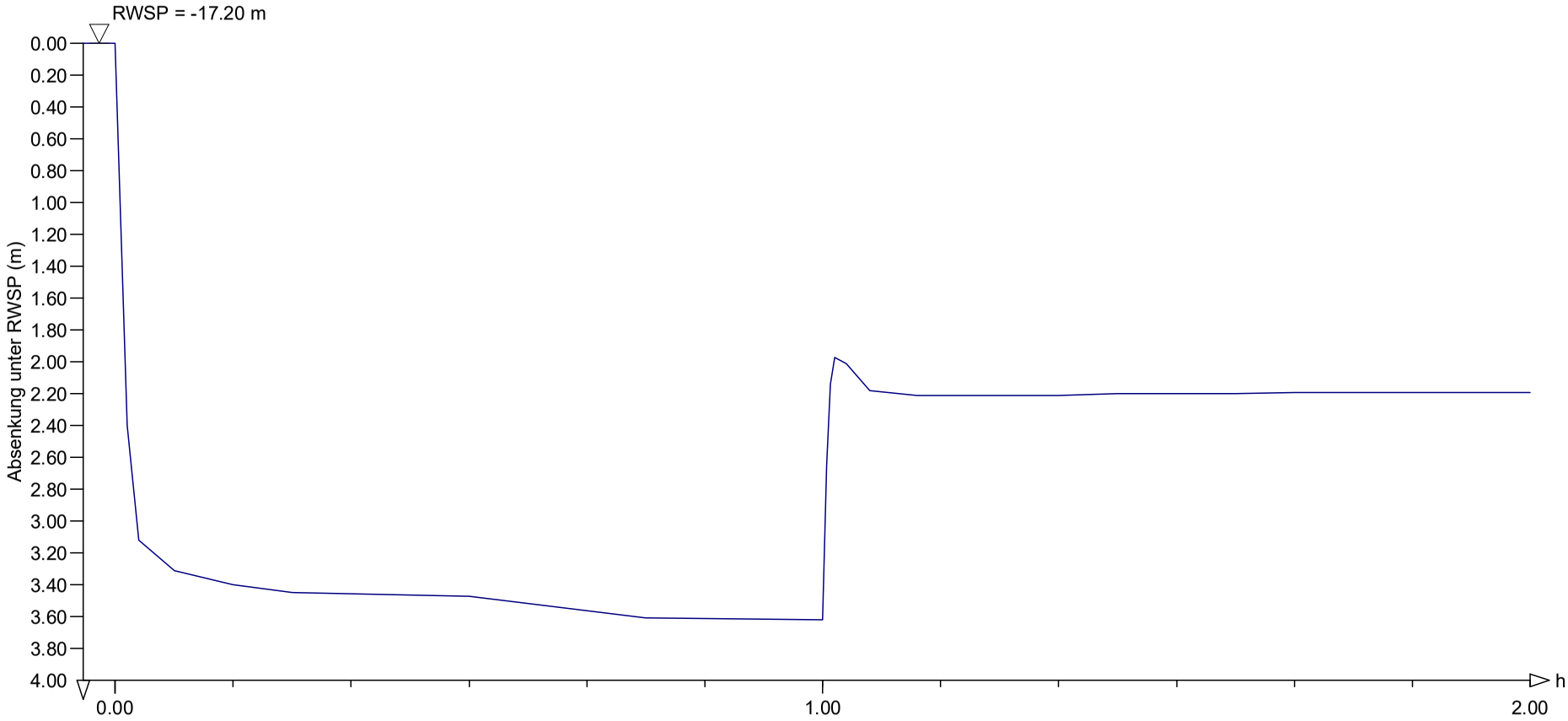
Brunnen

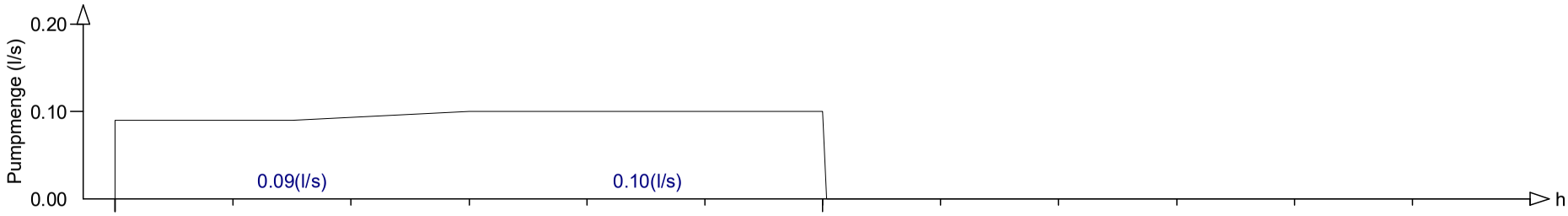
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	37.720	0.000	0.050
0h01m00s	38.460	0.740	0.050
0h02m00s	39.070	1.350	0.050
0h05m00s	40.000	2.280	0.050
0h10m00s	40.290	2.570	0.100
0h15m00s	40.510	2.790	0.100
0h20m00s	42.780	5.060	0.180
0h30m00s	43.300	5.580	0.180
0h45m00s	43.520	5.800	0.180
0h45m20s	41.810	4.090	0.000
0h45m40s	40.520	2.800	0.000
0h46m00s	39.670	1.950	0.000
0h47m00s	38.560	0.840	0.000
0h49m00s	38.850	1.130	0.000
0h53m00s	39.080	1.360	0.000
0h55m00s	39.040	1.320	0.000
1h00m00s	39.010	1.290	0.000
1h05m00s	38.980	1.260	0.000
1h10m00s	38.960	1.240	0.000
1h15m00s	38.920	1.200	0.000
1h20m00s	38.900	1.180	0.000
1h25m00s	38.870	1.150	0.000
1h35m00s	38.850	1.130	0.000
1h45m00s	38.840	1.120	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 1h45m00s

DC

Pumpversuch KB20/20 am 18.02.2021





BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB20/20 am 18.02.2021

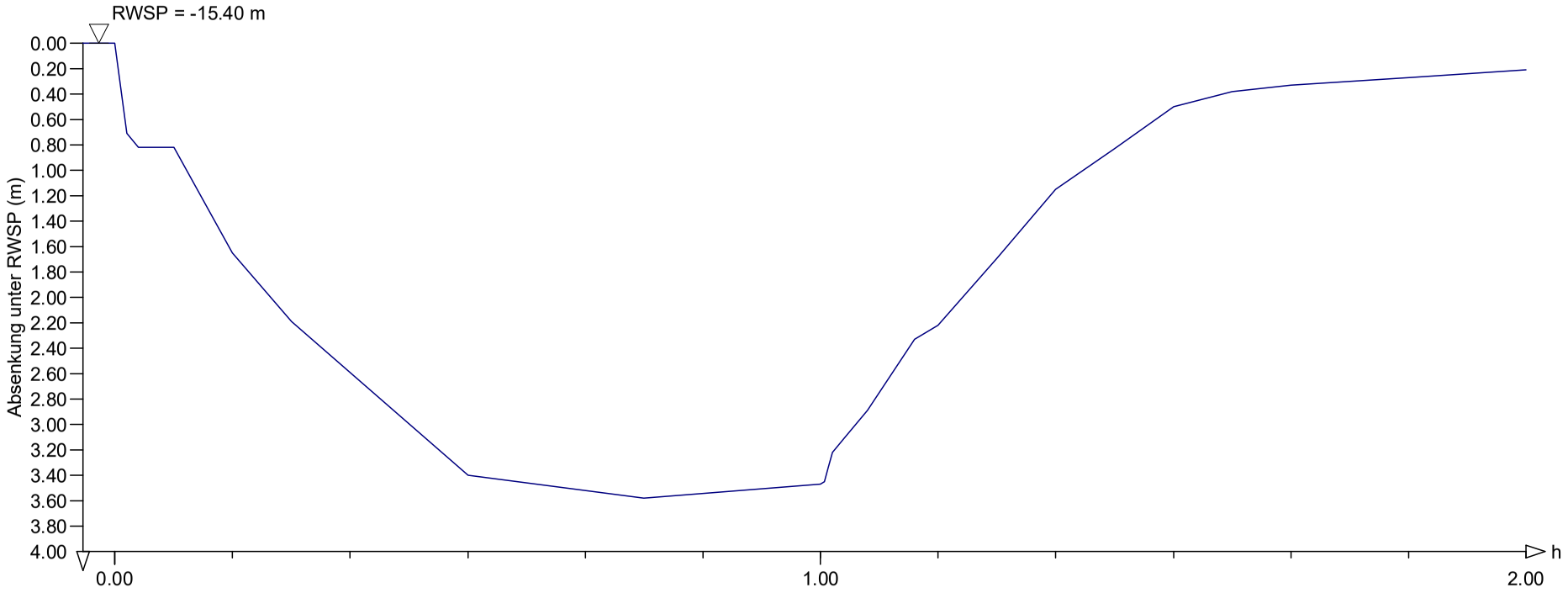
Brunnen

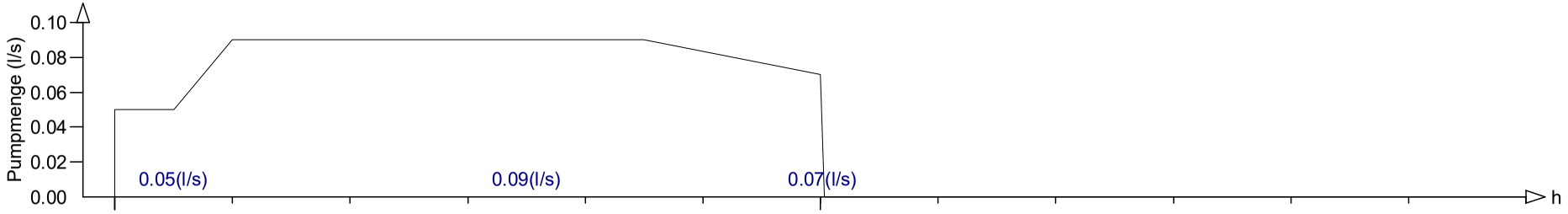
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	17.200	0.000	0.090
0h01m00s	19.600	2.400	0.090
0h02m00s	20.320	3.120	0.090
0h05m00s	20.510	3.310	0.090
0h10m00s	20.600	3.400	0.090
0h15m00s	20.650	3.450	0.090
0h30m00s	20.670	3.470	0.100
0h45m00s	20.810	3.610	0.100
1h00m00s	20.820	3.620	0.100
1h00m20s	19.850	2.650	0.000
1h00m40s	19.340	2.140	0.000
1h01m00s	19.170	1.970	0.000
1h02m00s	19.210	2.010	0.000
1h04m00s	19.380	2.180	0.000
1h08m00s	19.410	2.210	0.000
1h10m00s	19.410	2.210	0.000
1h15m00s	19.410	2.210	0.000
1h20m00s	19.410	2.210	0.000
1h25m00s	19.400	2.200	0.000
1h30m00s	19.400	2.200	0.000
1h35m00s	19.400	2.200	0.000
1h40m00s	19.390	2.190	0.000
1h50m00s	19.390	2.190	0.000
2h00m00s	19.390	2.190	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 2h00m00s

DC

Pumpversuch KB21/20 am 16.02.2021





BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB21/20 am 16.02.2021

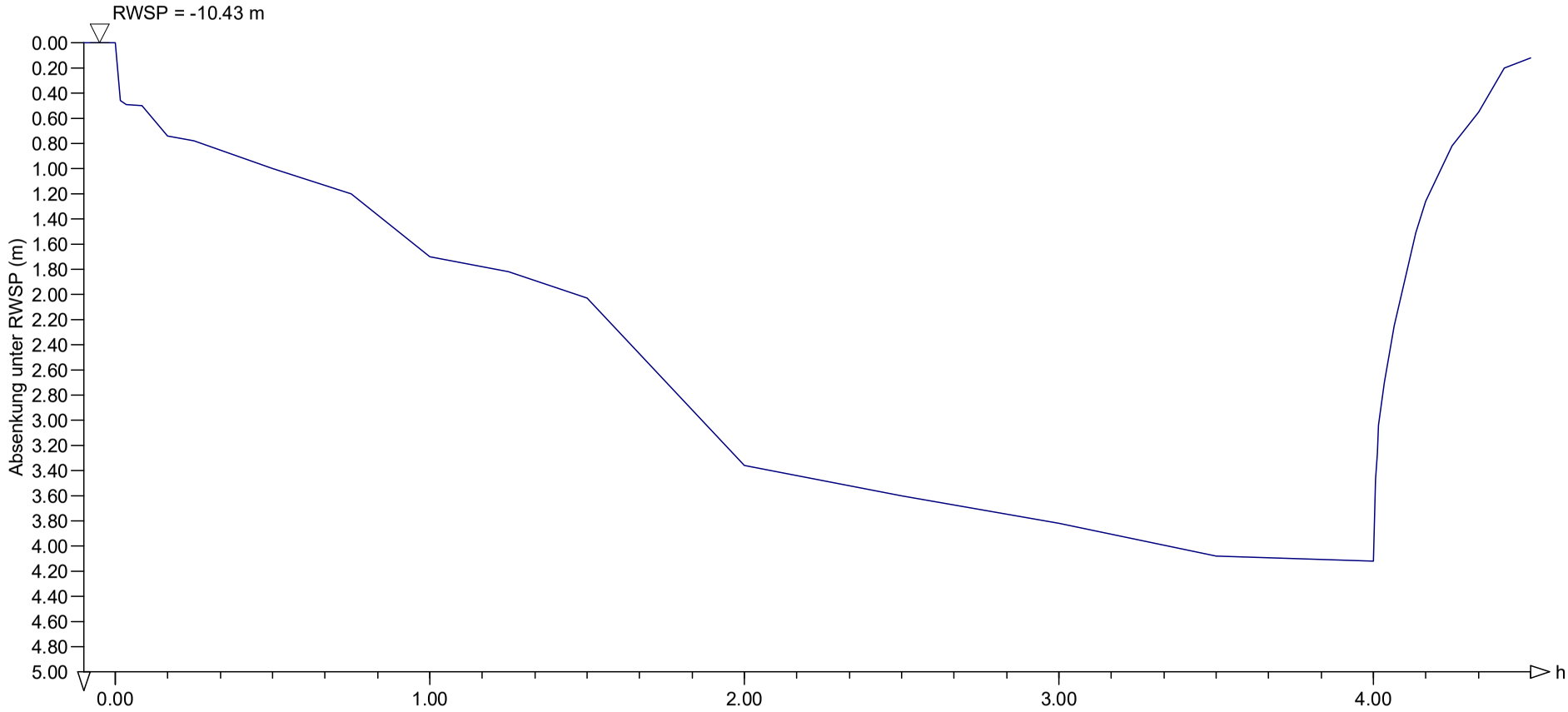
Brunnen

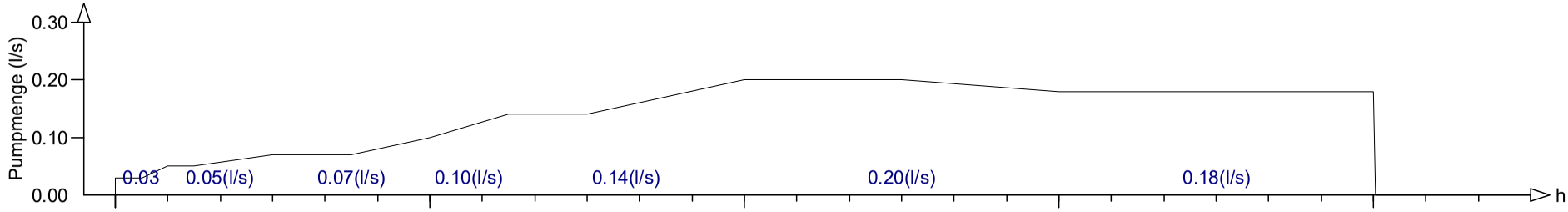
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	15.400	0.000	0.050
0h01m00s	16.110	0.710	0.050
0h02m00s	16.220	0.820	0.050
0h05m00s	16.220	0.820	0.050
0h10m00s	17.050	1.650	0.090
0h15m00s	17.590	2.190	0.090
0h30m00s	18.800	3.400	0.090
0h45m00s	18.980	3.580	0.090
1h00m00s	18.870	3.470	0.070
1h00m20s	18.850	3.450	0.000
1h00m40s	18.740	3.340	0.000
1h01m00s	18.620	3.220	0.000
1h02m00s	18.510	3.110	0.000
1h04m00s	18.290	2.890	0.000
1h08m00s	17.730	2.330	0.000
1h10m00s	17.620	2.220	0.000
1h15m00s	17.090	1.690	0.000
1h20m00s	16.550	1.150	0.000
1h25m00s	16.230	0.830	0.000
1h30m00s	15.900	0.500	0.000
1h35m00s	15.780	0.380	0.000
1h40m00s	15.730	0.330	0.000
1h50m00s	15.670	0.270	0.000
2h00m00s	15.610	0.210	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 2h00m00s

DC

Pumpversuch KB22/20 am 07.12.2020





BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB22/20 am 07.12.2020

Brunnen

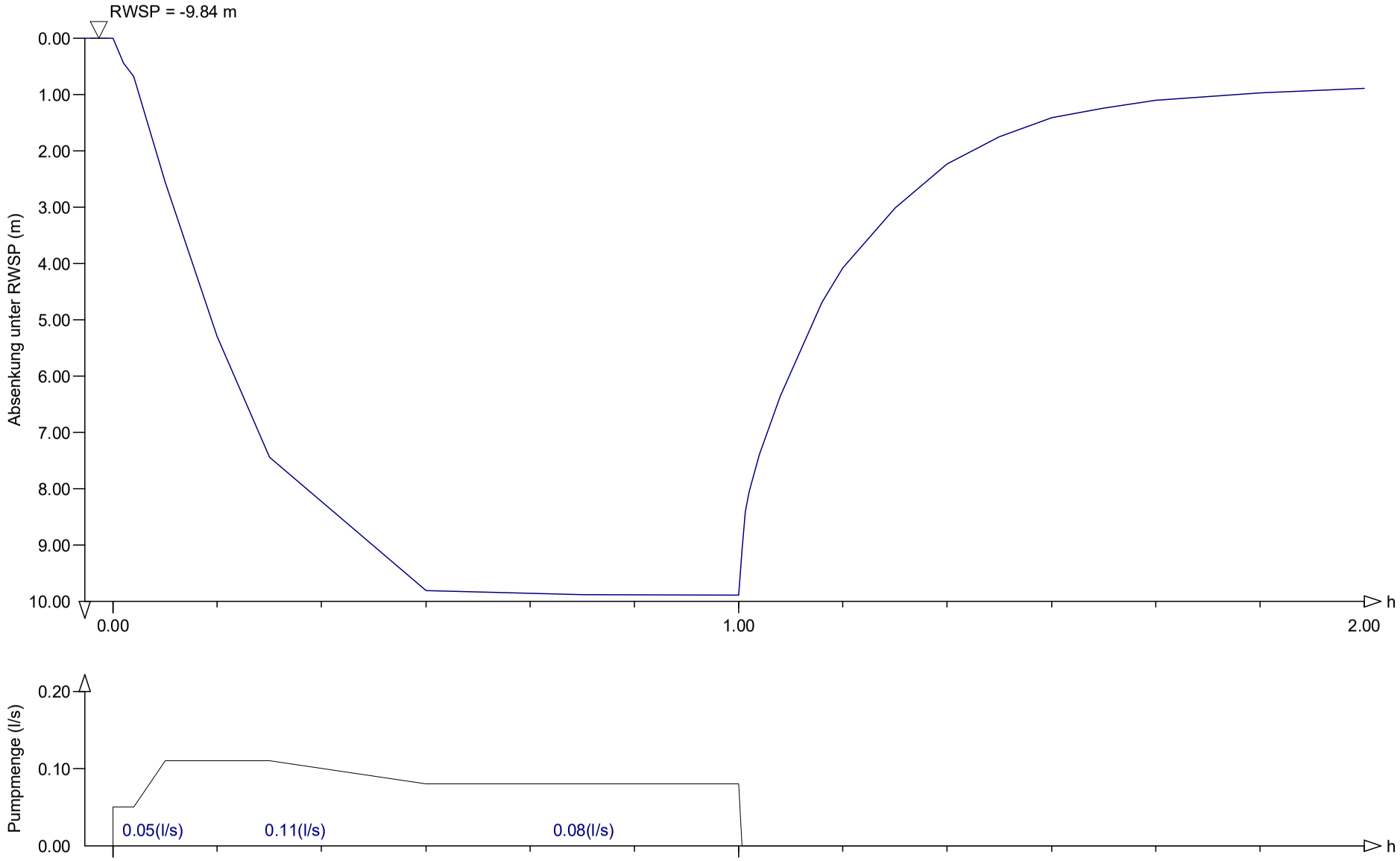
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	10.430	0.000	0.030
0h01m00s	10.890	0.460	0.030
0h02m00s	10.920	0.490	0.030
0h05m00s	10.930	0.500	0.030
0h10m00s	11.170	0.740	0.050
0h15m00s	11.210	0.780	0.050
0h30m00s	11.430	1.000	0.070
0h45m00s	11.630	1.200	0.070
1h00m00s	12.130	1.700	0.100
1h15m00s	12.250	1.820	0.140
1h30m00s	12.460	2.030	0.140
2h00m00s	13.790	3.360	0.200
2h30m00s	14.030	3.600	0.200
3h00m00s	14.250	3.820	0.180
3h30m00s	14.510	4.080	0.180
4h00m00s	14.550	4.120	0.180
4h00m20s	13.900	3.470	0.000
4h00m40s	13.690	3.260	0.000
4h01m00s	13.470	3.040	0.000
4h02m00s	13.130	2.700	0.000
4h04m00s	12.680	2.250	0.000
4h08m00s	11.940	1.510	0.000
4h10m00s	11.690	1.260	0.000
4h15m00s	11.250	0.820	0.000
4h20m00s	10.980	0.550	0.000
4h25m00s	10.630	0.200	0.000
4h30m00s	10.550	0.120	0.000

Ende des Versuches

Versuchsdauer 4h30m00s

DC

Pumpversuch KB24/20 am 10.03.2021



BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= + 0,8 m ü. GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= + 0,8 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB24/20 am 10.03.2021

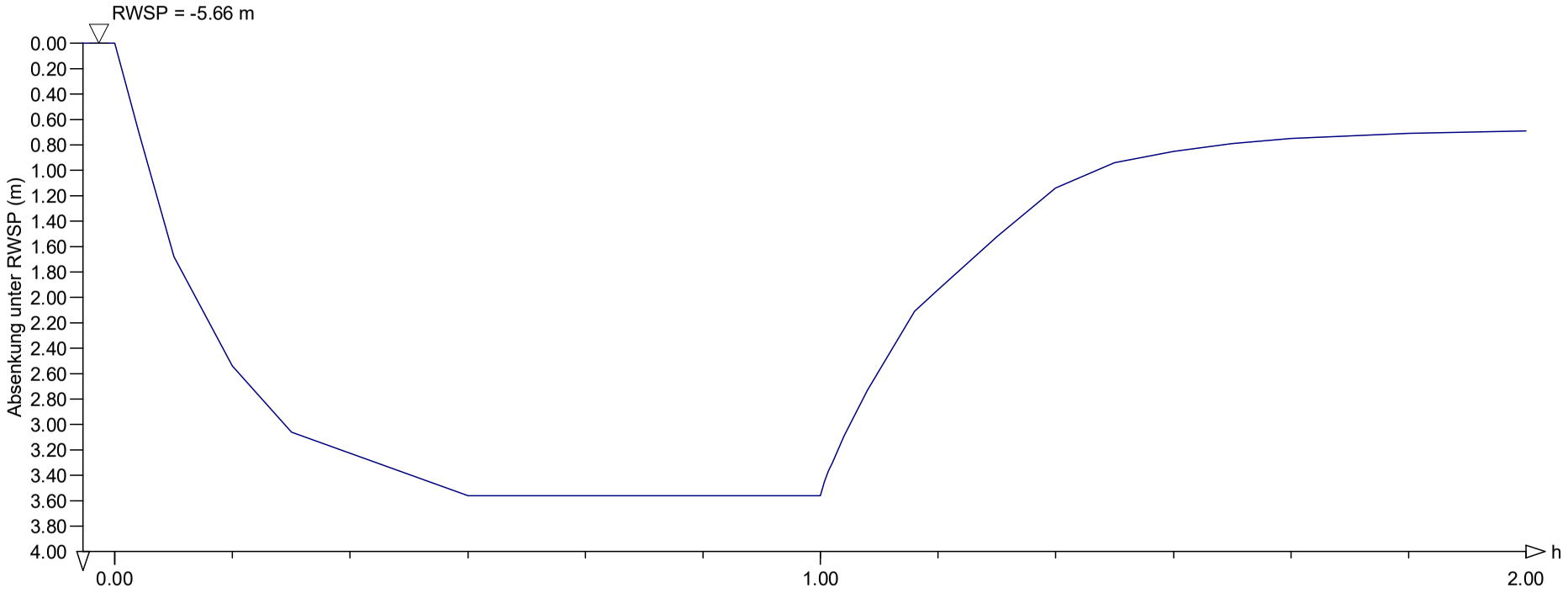
Brunnen

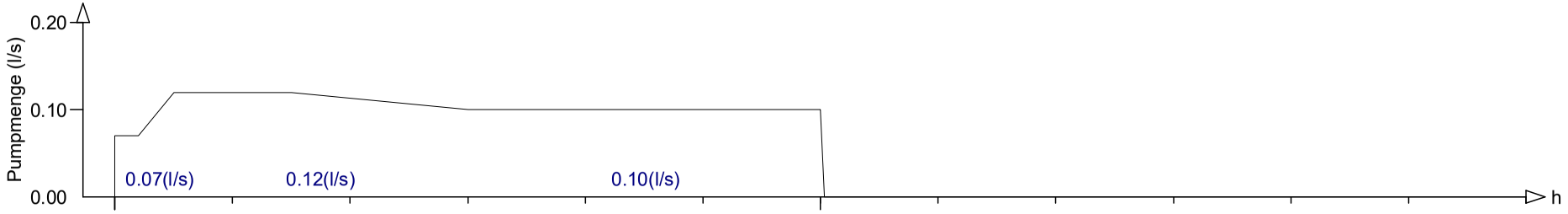
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	9.840	0.000	0.050
0h01m00s	10.280	0.440	0.050
0h02m00s	10.520	0.680	0.050
0h05m00s	12.400	2.560	0.110
0h10m00s	15.130	5.290	0.110
0h15m00s	17.280	7.440	0.110
0h30m00s	19.650	9.810	0.080
0h45m00s	19.720	9.880	0.080
1h00m00s	19.730	9.890	0.080
1h00m20s	18.930	9.090	0.000
1h00m40s	18.240	8.400	0.000
1h01m00s	17.890	8.050	0.000
1h02m00s	17.230	7.390	0.000
1h04m00s	16.200	6.360	0.000
1h08m00s	14.530	4.690	0.000
1h10m00s	13.920	4.080	0.000
1h15m00s	12.850	3.010	0.000
1h20m00s	12.070	2.230	0.000
1h25m00s	11.590	1.750	0.000
1h30m00s	11.250	1.410	0.000
1h35m00s	11.080	1.240	0.000
1h40m00s	10.940	1.100	0.000
1h50m00s	10.810	0.970	0.000
2h00m00s	10.730	0.890	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 2h00m00s

DC

Pumpversuch KB27/20 am 23.02.2021





BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB27/20 am 23.02.2021

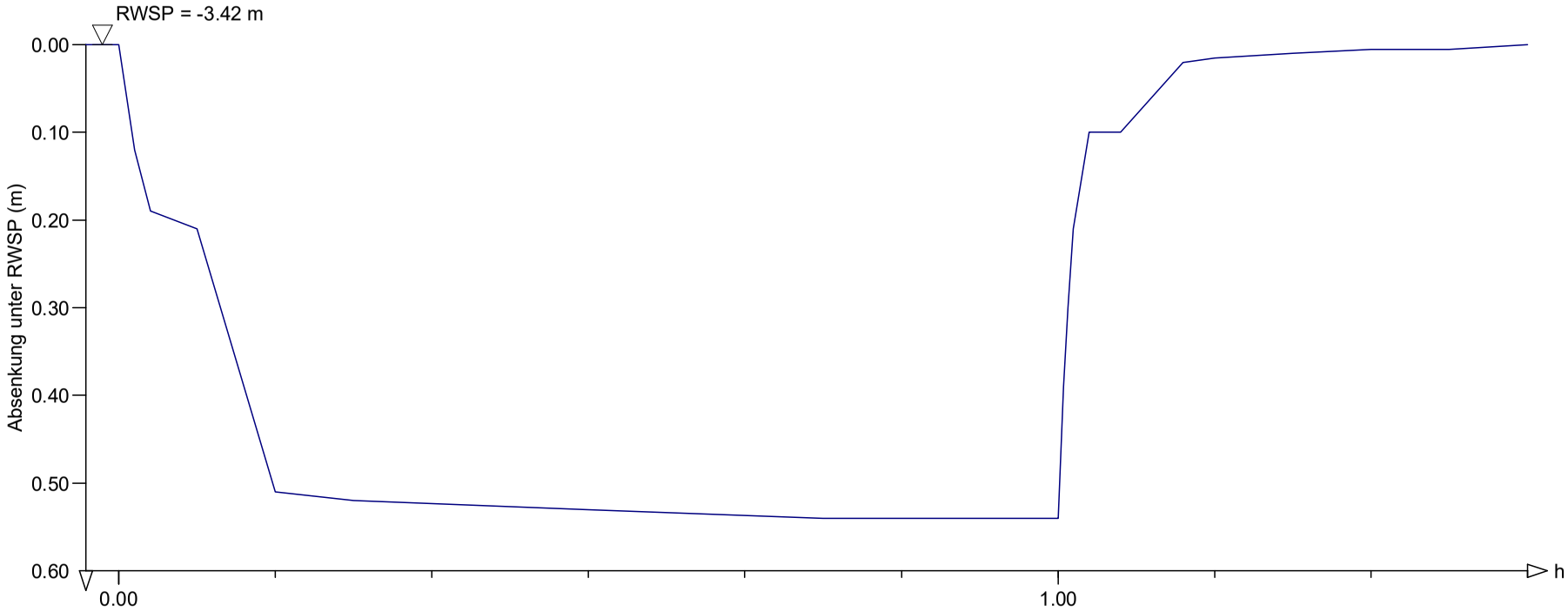
Brunnen

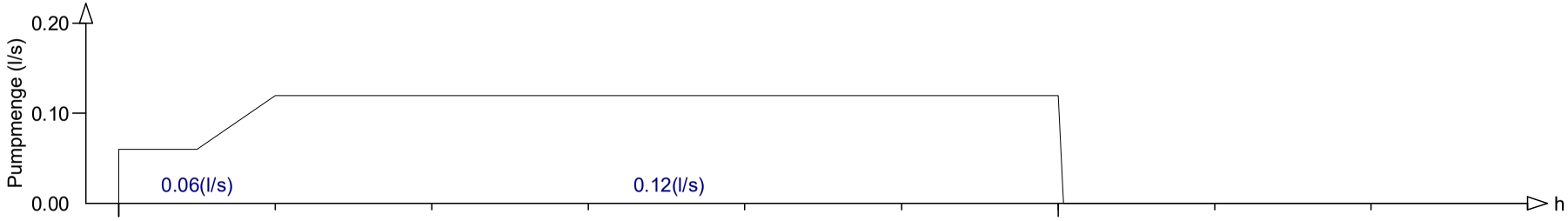
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	5.660	0.000	0.070
0h01m00s	6.010	0.350	0.070
0h02m00s	6.350	0.690	0.070
0h05m00s	7.340	1.680	0.120
0h10m00s	8.200	2.540	0.120
0h15m00s	8.720	3.060	0.120
0h30m00s	9.220	3.560	0.100
0h45m00s	9.220	3.560	0.100
1h00m00s	9.220	3.560	0.100
1h00m20s	9.110	3.450	0.000
1h00m40s	9.030	3.370	0.000
1h01m00s	8.960	3.300	0.000
1h02m00s	8.750	3.090	0.000
1h04m00s	8.390	2.730	0.000
1h08m00s	7.770	2.110	0.000
1h10m00s	7.600	1.940	0.000
1h15m00s	7.180	1.520	0.000
1h20m00s	6.800	1.140	0.000
1h25m00s	6.600	0.940	0.000
1h30m00s	6.510	0.850	0.000
1h35m00s	6.450	0.790	0.000
1h40m00s	6.410	0.750	0.000
1h50m00s	6.370	0.710	0.000
2h00m00s	6.350	0.690	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 2h00m00s

DC

Pumpversuch KB33/20 am 23.02.2021





BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB33/20 am 23.02.2021

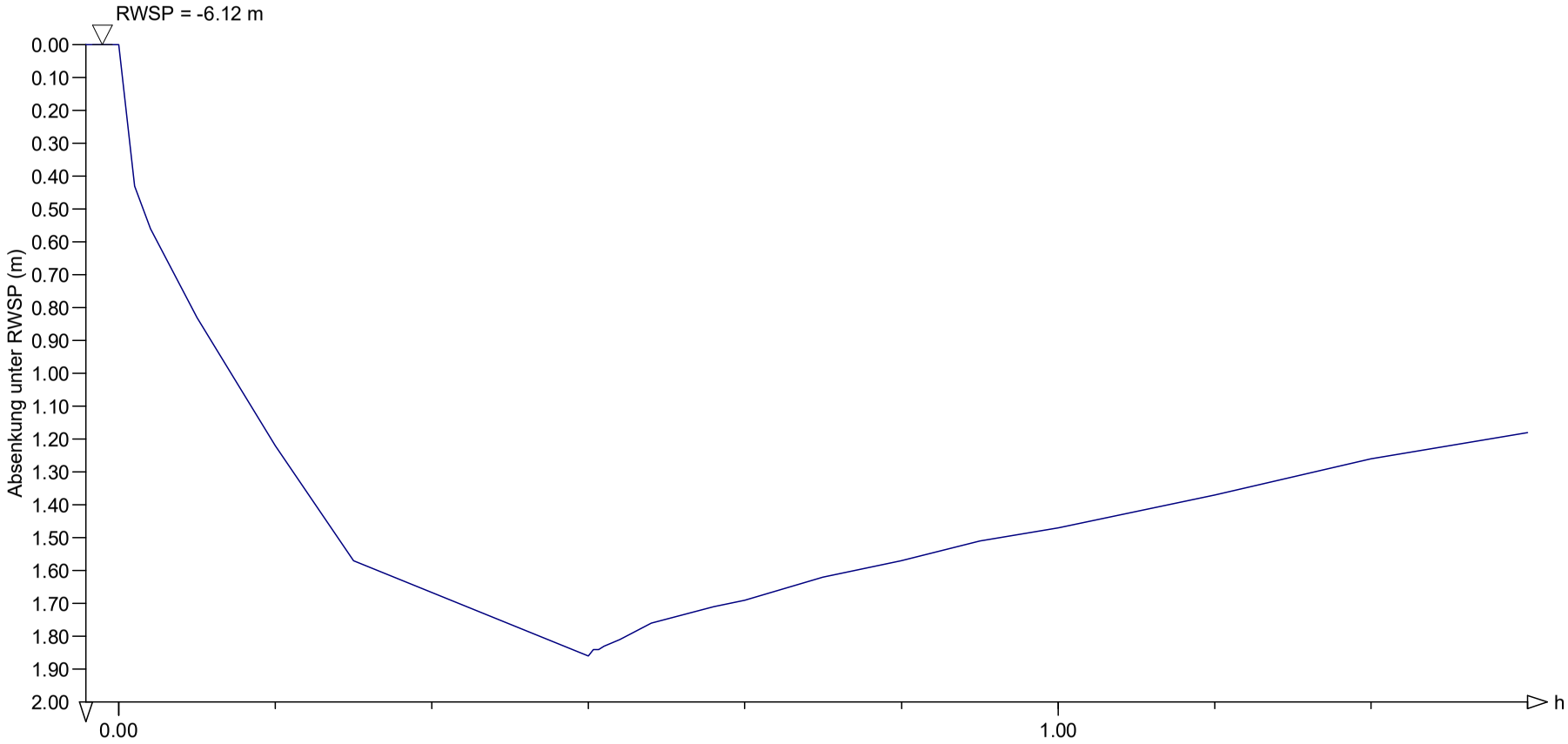
Brunnen

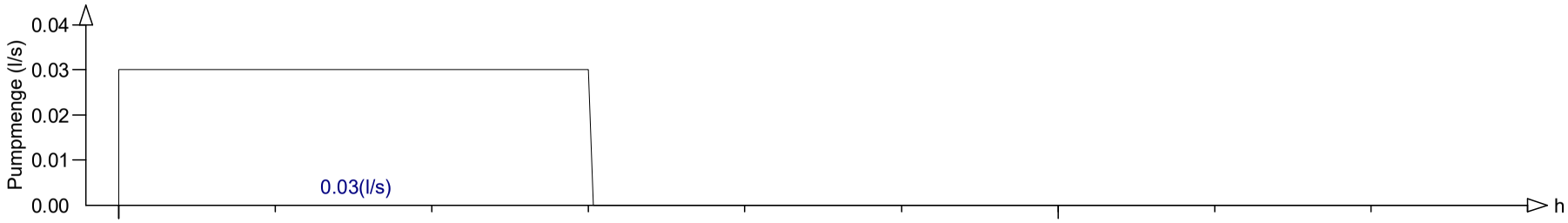
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	3.420	0.000	0.060
0h01m00s	3.540	0.120	0.060
0h02m00s	3.610	0.190	0.060
0h05m00s	3.630	0.210	0.060
0h10m00s	3.930	0.510	0.120
0h15m00s	3.940	0.520	0.120
0h30m00s	3.950	0.530	0.120
0h45m00s	3.960	0.540	0.120
1h00m00s	3.960	0.540	0.120
1h00m20s	3.810	0.390	0.000
1h00m40s	3.720	0.300	0.000
1h01m00s	3.630	0.210	0.000
1h02m00s	3.520	0.100	0.000
1h04m00s	3.520	0.100	0.000
1h08m00s	3.440	0.020	0.000
1h10m00s	3.435	0.015	0.000
1h15m00s	3.430	0.010	0.000
1h20m00s	3.425	0.005	0.000
1h25m00s	3.425	0.005	0.000
1h30m00s	3.420	0.000	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 1h30m00s

DC

Pumpversuch KB35/20 am 17.02.2021





BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Zeppelinstraße 10

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= +0,8 m ü. GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= +0,8 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB35/20 am 17.02.2021

Brunnen

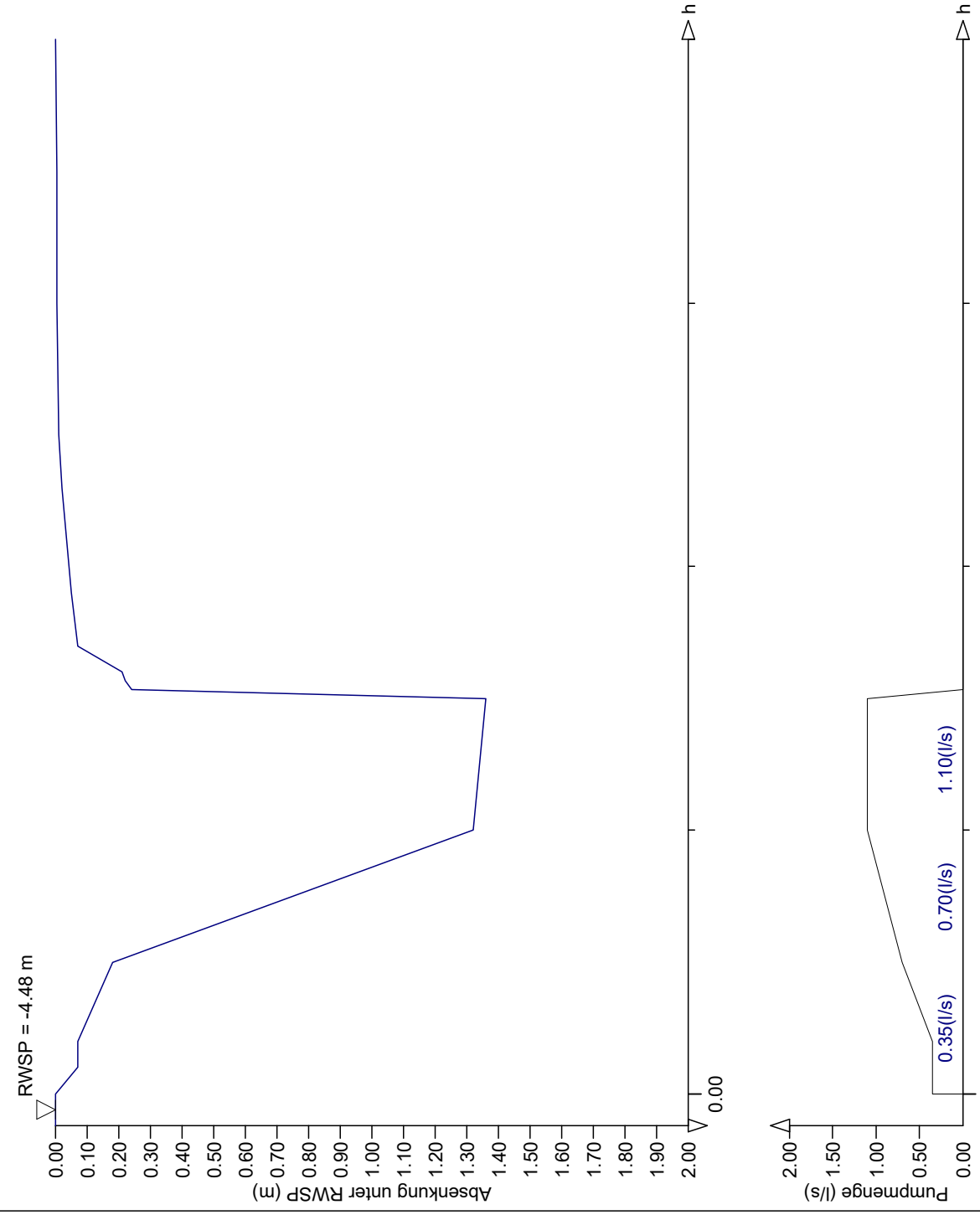
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	6.120	0.000	0.030
0h01m00s	6.550	0.430	0.030
0h02m00s	6.680	0.560	0.030
0h05m00s	6.950	0.830	0.030
0h10m00s	7.340	1.220	0.030
0h15m00s	7.690	1.570	0.030
0h30m00s	7.980	1.860	0.030
0h30m20s	7.960	1.840	0.000
0h30m40s	7.960	1.840	0.000
0h31m00s	7.950	1.830	0.000
0h32m00s	7.930	1.810	0.000
0h34m00s	7.880	1.760	0.000
0h38m00s	7.830	1.710	0.000
0h40m00s	7.810	1.690	0.000
0h45m00s	7.740	1.620	0.000
0h50m00s	7.690	1.570	0.000
0h55m00s	7.630	1.510	0.000
1h00m00s	7.590	1.470	0.000
1h05m00s	7.540	1.420	0.000
1h10m00s	7.490	1.370	0.000
1h20m00s	7.380	1.260	0.000
1h30m00s	7.300	1.180	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 1h30m00s

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= + 0,65 m ü. GOK

Pumpversuch KB41/20 am 01.03.2021



BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Zeppelinstraße 10	Messpunkt:	POK= + 0,65 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB41/20 am 01.03.2021

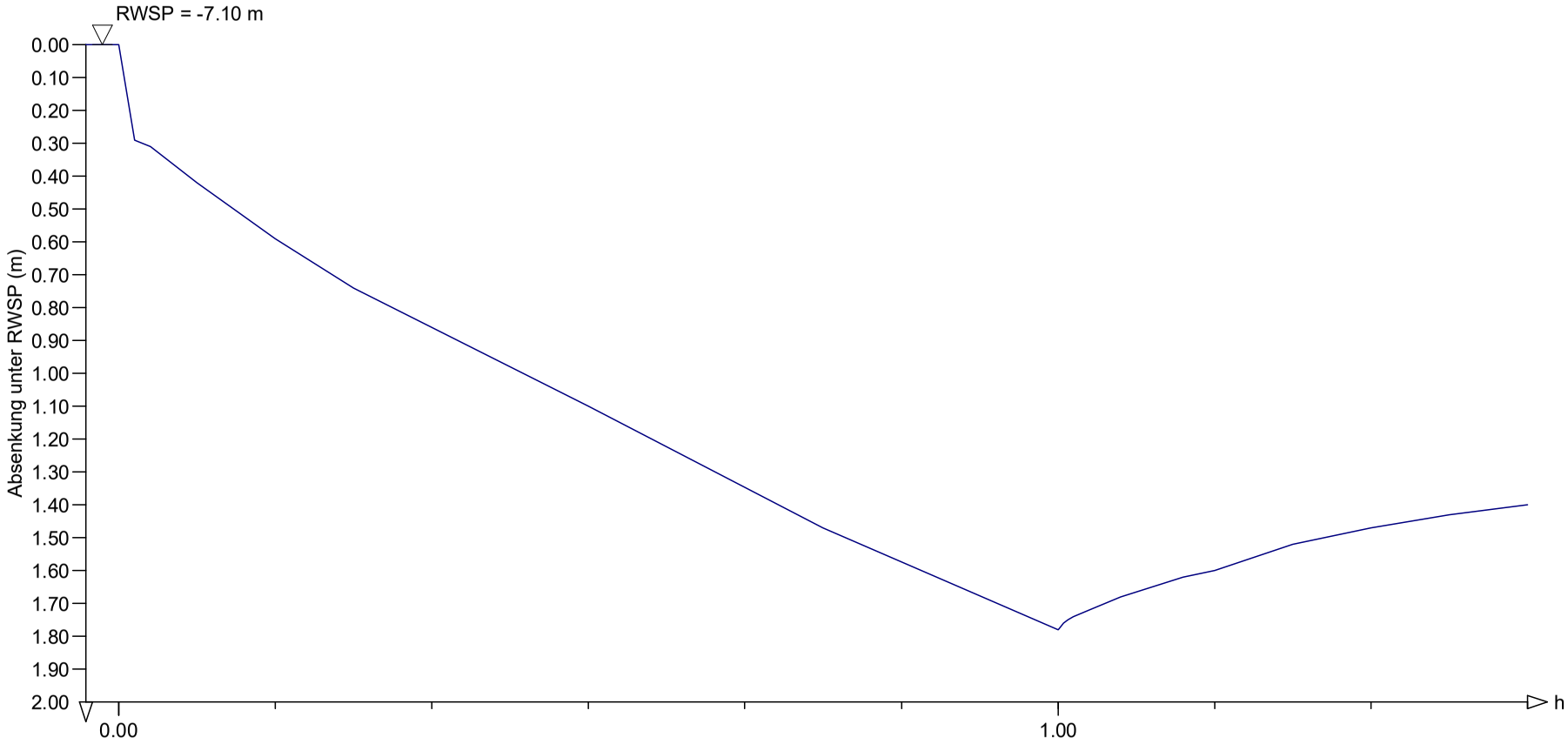
Brunnen

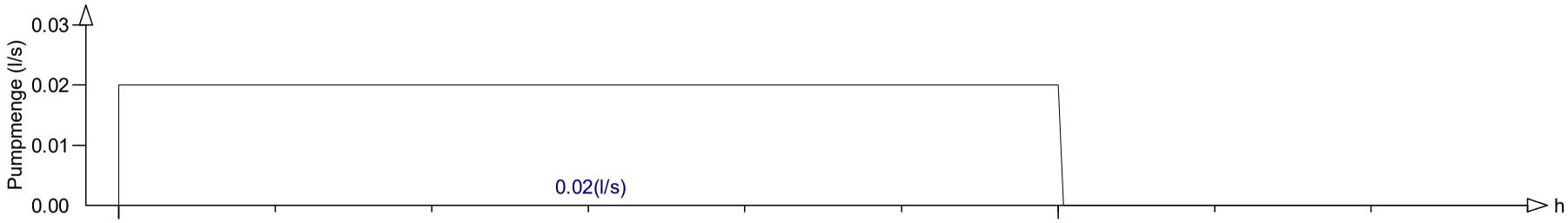
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	4.480	0.000	0.350
0h01m00s	4.550	0.070	0.350
0h02m00s	4.550	0.070	0.350
0h05m00s	4.660	0.180	0.700
0h10m00s	5.800	1.320	1.100
0h15m00s	5.840	1.360	1.100
0h15m20s	4.720	0.240	0.000
0h15m40s	4.700	0.220	0.000
0h16m00s	4.690	0.210	0.000
0h17m00s	4.550	0.070	0.000
0h19m00s	4.530	0.050	0.000
0h23m00s	4.500	0.020	0.000
0h25m00s	4.490	0.010	0.000
0h30m00s	4.485	0.005	0.000
0h35m00s	4.485	0.005	0.000
0h40m00s	4.480	0.000	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 0h40m00s

DC

Pumpversuch KB48/20 am 10.11.2020





BauGrund Süd
Gesellschaft für Geothermie mbH
88410 Bad Wurzach
Maybachstraße 6

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Projektnr.: AZA2007062
Anlage:
Messpunkt: POK= + 0,8 m ü. GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Maybachstraße 6	Messpunkt:	POK= + 0,8 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB48/20 am 10.11.2020

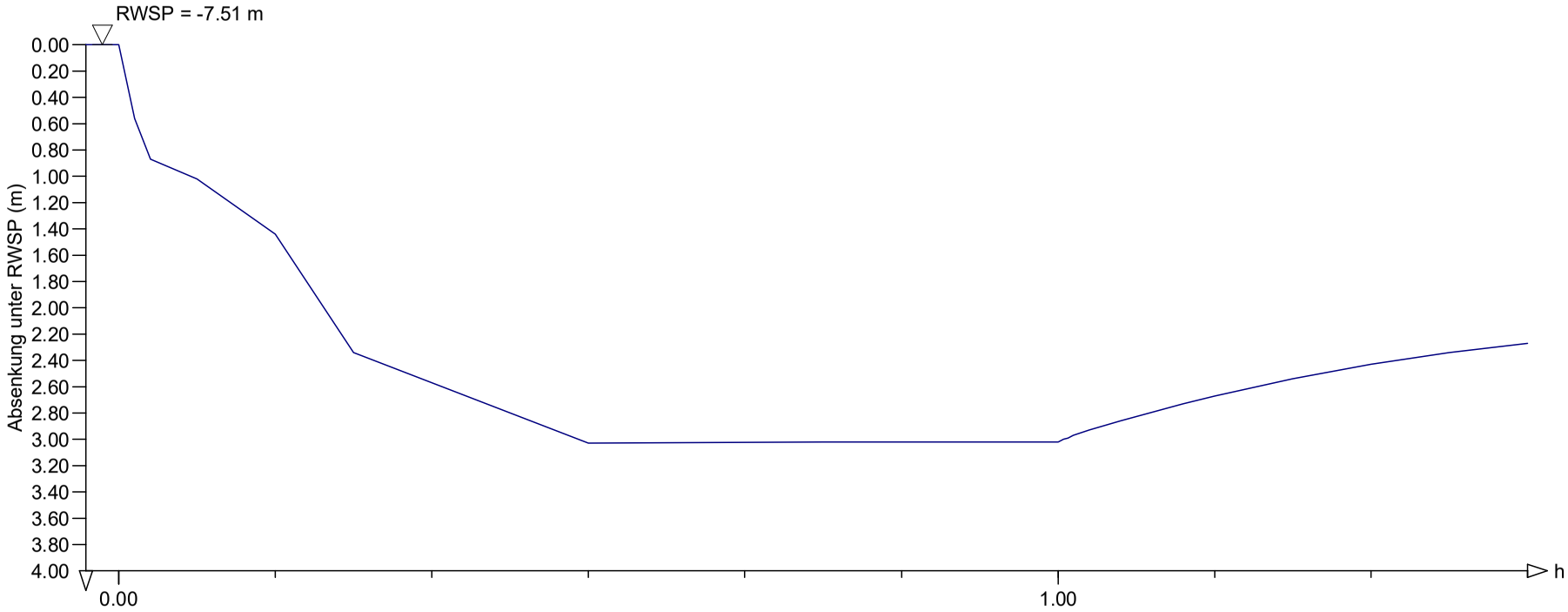
Brunnen

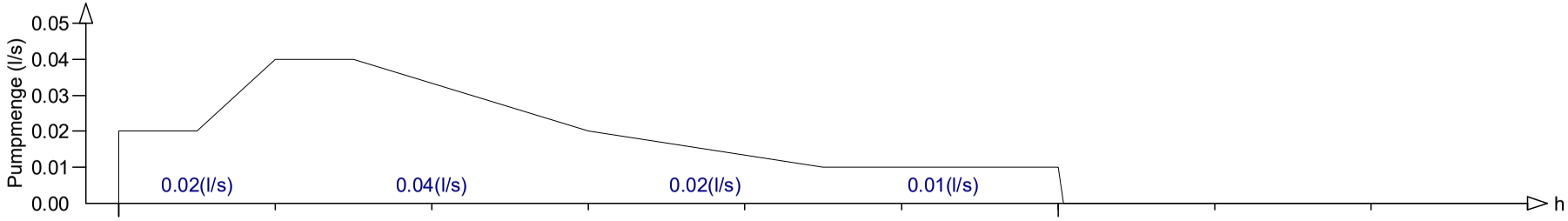
Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	7.100	0.000	0.020
0h01m00s	7.390	0.290	0.020
0h02m00s	7.410	0.310	0.020
0h05m00s	7.520	0.420	0.020
0h10m00s	7.690	0.590	0.020
0h15m00s	7.840	0.740	0.020
0h30m00s	8.200	1.100	0.020
0h45m00s	8.570	1.470	0.020
1h00m00s	8.880	1.780	0.020
1h00m20s	8.860	1.760	0.000
1h00m40s	8.850	1.750	0.000
1h01m00s	8.840	1.740	0.000
1h02m00s	8.820	1.720	0.000
1h04m00s	8.780	1.680	0.000
1h08m00s	8.720	1.620	0.000
1h10m00s	8.700	1.600	0.000
1h15m00s	8.620	1.520	0.000
1h20m00s	8.570	1.470	0.000
1h25m00s	8.530	1.430	0.000
1h30m00s	8.500	1.400	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 1h30m00s

DC

Pumpversuch KB53/20 am 10.11.2020





BauGrund Süd

Gesellschaft für Geothermie mbH

88410 Bad Wurzach

Maybachstraße 6

Projekt: B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen

Projektnr.: AZA2007062

Anlage:

Messpunkt: POK= + 0,8 m ü. GOK

DC

BauGrund Süd	Projekt:	B 27 OU Tübingen - Neubau Schindhaubasistunnel, Tübingen
Gesellschaft für Geothermie mbH	Projektnr.:	AZA2007062
88410 Bad Wurzach	Anlage:	
Maybachstraße 6	Messpunkt:	POK= + 0,8 m ü. GOK

P U M P V E R S U C H

Pumpversuch KB53/20 am 10.11.2020

Brunnen

Stunden	Tiefe ab Messpkt	Tiefe ab RuheWSP	Q = (l/s)
0h00m00s	7.510	0.000	0.020
0h01m00s	8.070	0.560	0.020
0h02m00s	8.380	0.870	0.020
0h05m00s	8.530	1.020	0.020
0h10m00s	8.950	1.440	0.040
0h15m00s	9.850	2.340	0.040
0h30m00s	10.540	3.030	0.020
0h45m00s	10.530	3.020	0.010
1h00m00s	10.530	3.020	0.010
1h00m20s	10.510	3.000	0.000
1h00m40s	10.500	2.990	0.000
1h01m00s	10.480	2.970	0.000
1h02m00s	10.440	2.930	0.000
1h04m00s	10.370	2.860	0.000
1h08m00s	10.240	2.730	0.000
1h10m00s	10.180	2.670	0.000
1h15m00s	10.050	2.540	0.000
1h20m00s	9.940	2.430	0.000
1h25m00s	9.850	2.340	0.000
1h30m00s	9.780	2.270	0.000

Ende des Versuches
Versuchsdauer 1h30m00s

DC

Auswertung Kurz-Pumptest KB06/20

Ruhewasserspiegel 34,87 m u. POK

Tiefe der GWM: 43,5 m
Filterstrecke (h): 4 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
0,05	8,4

Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

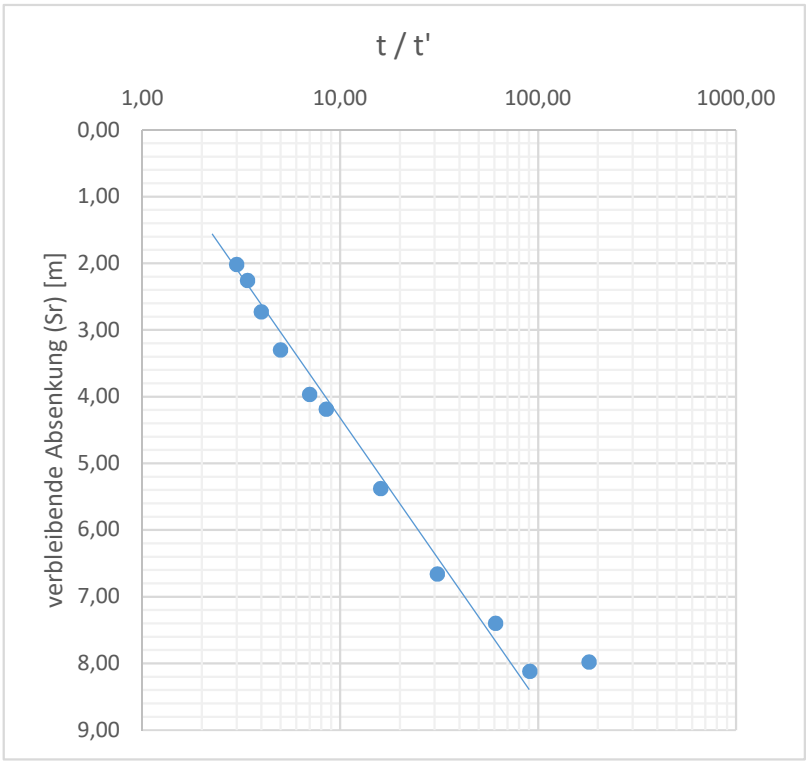
Transmissivität T: **2,3E-06 m²/s**
k-Wert: T / h K = **5,7E-07 m/s**

Pumpbeginn: 03.12.2020 10:00:00
Pumpende 03.12.2020 11:00:00

Dauer des Abpumpvorgangs 0,04 Tage

Messung Wiederanstieg dSr [m] (aus Diagramm) = 4

t' (sec.)	s (m)		t (s)	t' (s)	t/t'	Sr (m)
00:00:20	42,85		3620	20	181,00	7,98
00:00:40	42,99		3640	40	91,00	8,12
00:01:00	42,27		3660	60	61,00	7,40
00:02:00	41,53		3720	120	31,00	6,66
00:04:00	40,25		3840	240	16,00	5,38
00:08:00	39,06		4080	480	8,50	4,19
00:10:00	38,84		4200	600	7,00	3,97
00:15:00	38,17		4500	900	5,00	3,30
00:20:00	37,6		4800	1200	4,00	2,73
00:25:00	37,13		5100	1500	3,40	2,26
00:30:00	36,89		5400	1800	3,00	2,02



Auswertung Kurz-Pumptest KB07/20

Ruhewasserspiegel 6,12 m u. POK

Tiefe der GWM: 27,7 m
Filterstrecke (h): 4 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
0,12	13

Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

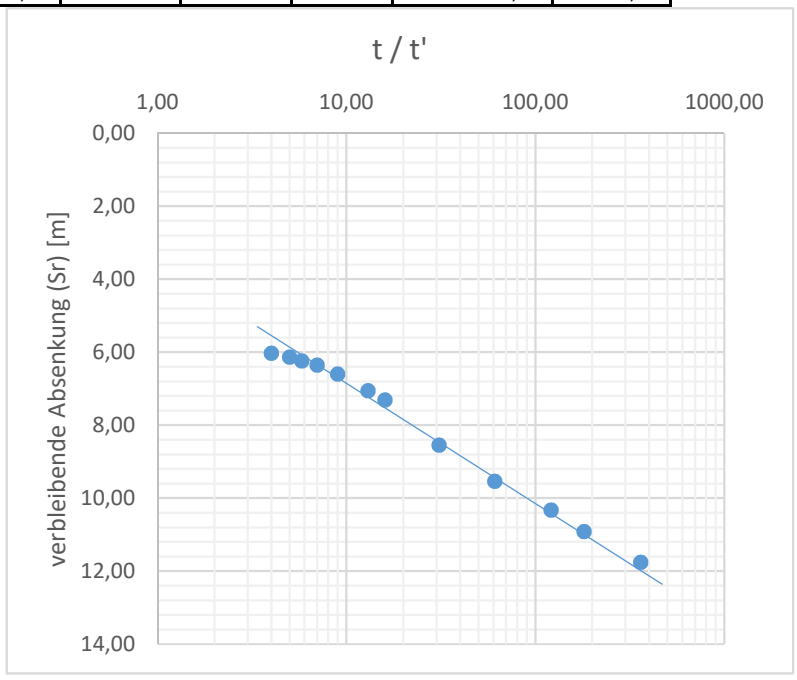
Transmissivität T: **7,3E-06 m²/s**
k-Wert: T / h K = **1,8E-06 m/s**

Pumpbeginn: 01.03.2021 10:00:00
Pumpende 01.03.2021 12:00:00

Dauer des Abpumpvorgangs 0,08 Tage

Messung Wiederanstieg dSr [m] (aus Diagramm) = 3

t' (sec.)	s (m)		t (s)	t' (s)	t/t'	Sr (m)
00:00:20	17,88		7220	20	361,00	11,76
00:00:40	17,04		7240	40	181,00	10,92
00:01:00	16,45		7260	60	121,00	10,33
00:02:00	15,66		7320	120	61,00	9,54
00:04:00	14,67		7440	240	31,00	8,55
00:08:00	13,43		7680	480	16,00	7,31
00:10:00	13,18		7800	600	13,00	7,06
00:15:00	12,72		8100	900	9,00	6,60
00:20:00	12,48		8400	1200	7,00	6,36
00:25:00	12,36		8700	1500	5,80	6,24
00:30:00	12,26		9000	1800	5,00	6,14
00:40:00	12,15		9600	2400	4,00	6,03
00:50:00	12,07		10200	3000	3,40	5,95
01:00:00	12,03		10800	3600	3,00	5,91



Auswertung Kurz-Pumptest KB08/20

Ruhewasserspiegel 27,49 m u. POK

Tiefe der GWM: 53 m
Filterstrecke (h): 8 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
0,10	21

Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

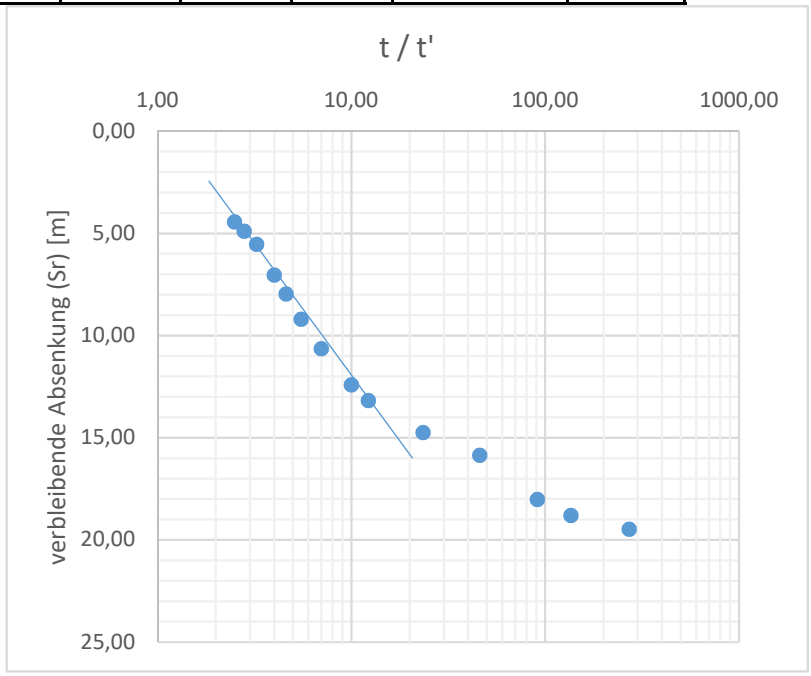
Transmissivität T: **1,5E-06 m²/s**
k-Wert: T / h K = **1,9E-07 m/s**

Pumpbeginn: 17.02.2021 10:00:00
Pumpende 17.02.2021 11:30:00

Dauer des Abpumpvorgangs 0,06 Tage

Messung Wiederanstieg dSr [m] (aus Diagramm) = 12

t' (sec.)	s (m)		t (s)	t' (s)	t/t'	Sr (m)
00:00:20	46,97		5420	20	271,00	19,48
00:00:40	46,29		5440	40	136,00	18,80
00:01:00	45,51		5460	60	91,00	18,02
00:02:00	43,36		5520	120	46,00	15,87
00:04:00	42,24		5640	240	23,50	14,75
00:08:00	40,68		5880	480	12,25	13,19
00:10:00	39,91		6000	600	10,00	12,42
00:15:00	38,13		6300	900	7,00	10,64
00:20:00	36,69		6600	1200	5,50	9,20
00:25:00	35,45		6900	1500	4,60	7,96
00:30:00	34,54		7200	1800	4,00	7,05
00:40:00	33,03		7800	2400	3,25	5,54
00:50:00	32,38		8400	3000	2,80	4,89
01:00:00	31,94		9000	3600	2,50	4,45



Auswertung Kurz-Pumptest KB10/20

Ruhewasserspiegel 36,58 m u. POK

Tiefe der GWM: 66 m
Filterstrecke (h): 8 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
0,05	28

Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

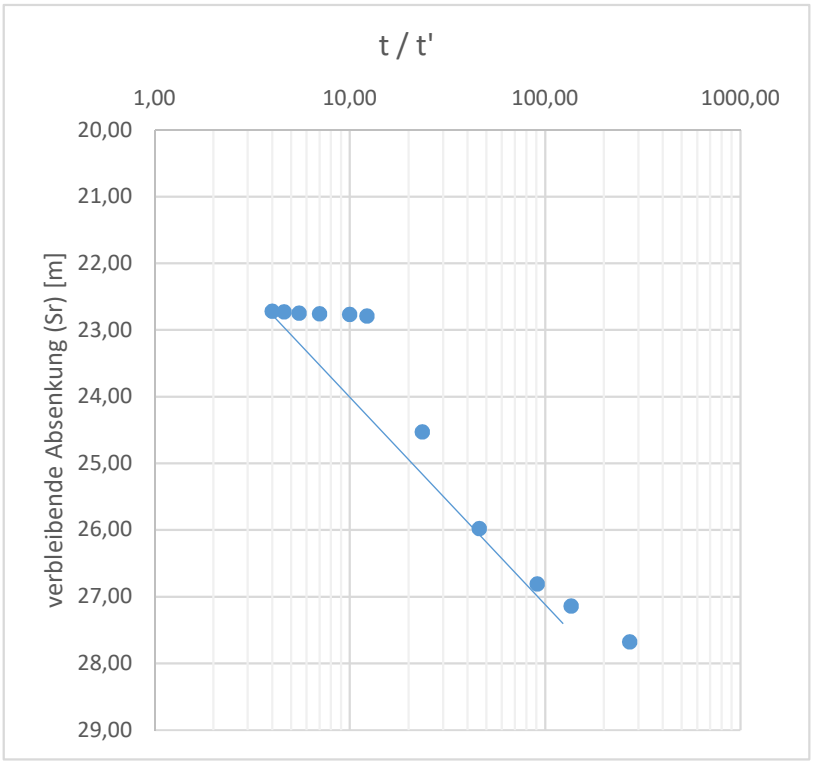
Transmissivität T: **3,1E-06 m²/s**
k-Wert: T / h **K =** **3,8E-07 m/s**

Pumpbeginn: 03.12.2020 12:00:00
Pumpende 03.12.2020 13:30:00

Dauer des Abpumpvorgangs 0,06 Tage

Messung Wiederanstieg dSr [m] (aus Diagramm) = 3

t' (sec.)	s (m)		t (s)	t' (s)	t/t'	Sr (m)
00:00:20	64,26		5420	20	271,00	27,68
00:00:40	63,72		5440	40	136,00	27,14
00:01:00	63,39		5460	60	91,00	26,81
00:02:00	62,56		5520	120	46,00	25,98
00:04:00	61,11		5640	240	23,50	24,53
00:08:00	59,37		5880	480	12,25	22,79
00:10:00	59,35		6000	600	10,00	22,77
00:15:00	59,34		6300	900	7,00	22,76
00:20:00	59,33		6600	1200	5,50	22,75
00:25:00	59,31		6900	1500	4,60	22,73
00:30:00	59,3		7200	1800	4,00	22,72



Auswertung Kurz-Pumptest KB12/20

Ruhewasserspiegel 27,14 m u. POK

Tiefe der GWM: 36 m
Filterstrecke (h): 12 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
0,02	6,5

Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

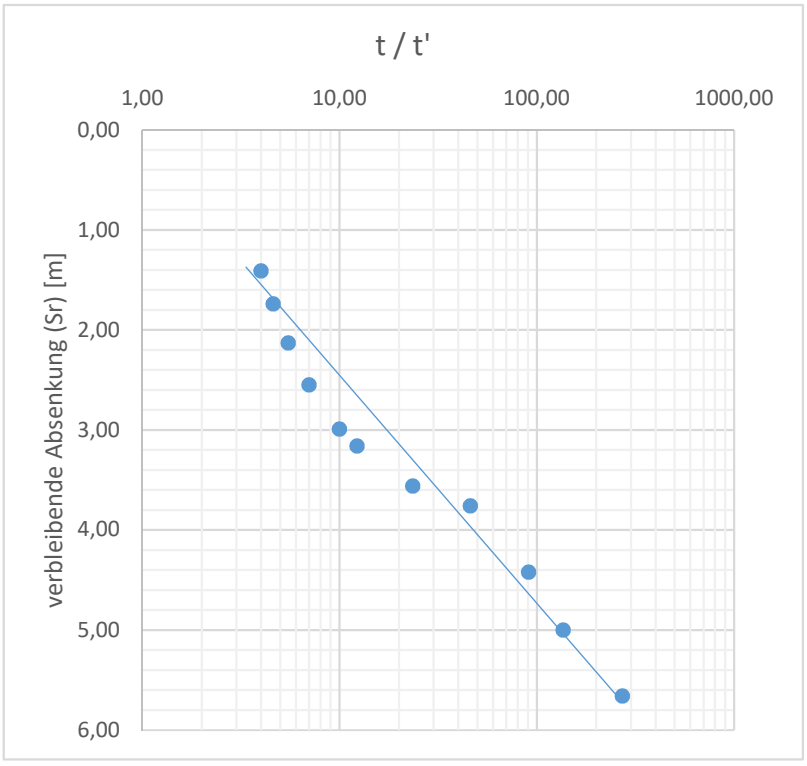
Transmissivität T: **1,7E-06 m²/s**
k-Wert: T / h K = **1,4E-07 m/s**

Pumpbeginn: 04.11.2020 09:00:00
Pumpende 04.11.2020 10:30:00

Dauer des Abpumpvorgangs 0,06 Tage

Messung Wiederanstieg dSr [m] (aus Diagramm) = 2,2

t' (sec.)	s (m)		t (s)	t' (s)	t/t'	Sr (m)
00:00:20	32,8		5420	20	271,00	5,66
00:00:40	32,14		5440	40	136,00	5,00
00:01:00	31,56		5460	60	91,00	4,42
00:02:00	30,9		5520	120	46,00	3,76
00:04:00	30,7		5640	240	23,50	3,56
00:08:00	30,3		5880	480	12,25	3,16
00:10:00	30,13		6000	600	10,00	2,99
00:15:00	29,69		6300	900	7,00	2,55
00:20:00	29,27		6600	1200	5,50	2,13
00:25:00	28,88		6900	1500	4,60	1,74
00:30:00	28,55		7200	1800	4,00	1,41



Auswertung Kurz-Pumptest KB13/20

Ruhewasserspiegel 28,53 m u. POK

Tiefe der GWM: 63 m
Filterstrecke (h): 6 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
0,04	34

Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

Transmissivität T: **keine Auswertung möglich** **m²/s**
k-Wert: T / h **K =** **m/s**

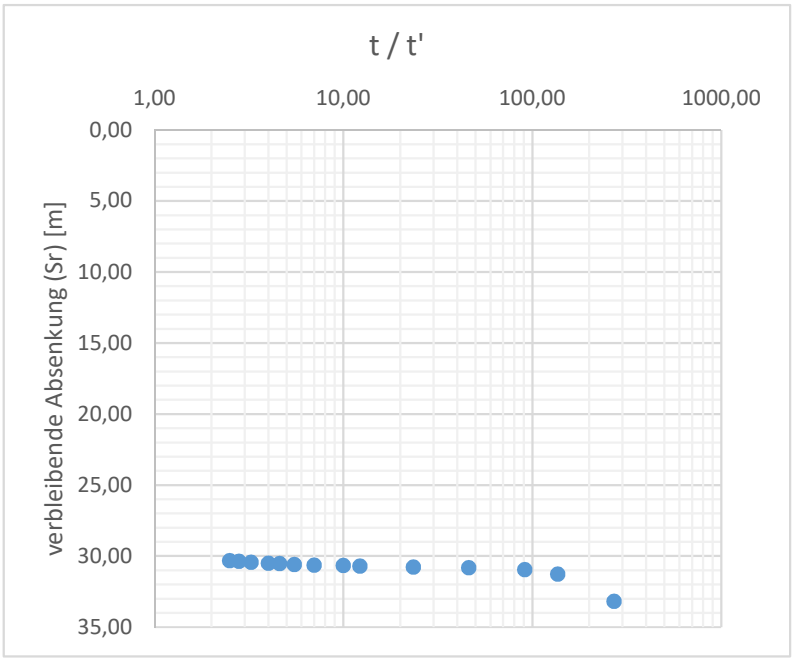
Pumpbeginn: 16.02.2021 14:00:00
Pumpende 16.02.2021 15:30:00

Dauer des Abpumpvorgangs 0,06 Tage

Messung Wiederanstieg

dSr [m] (aus Diagramm) = keine Auswertung möglich

t' (sec.)	s (m)		t (s)	t' (s)	t/t'	Sr (m)
00:00:20	61,73		5420	20	271,00	33,20
00:00:40	59,8		5440	40	136,00	31,27
00:01:00	59,48		5460	60	91,00	30,95
00:02:00	59,35		5520	120	46,00	30,82
00:04:00	59,31		5640	240	23,50	30,78
00:08:00	59,23		5880	480	12,25	30,70
00:10:00	59,2		6000	600	10,00	30,67
00:15:00	59,17		6300	900	7,00	30,64
00:20:00	59,12		6600	1200	5,50	30,59
00:25:00	59,07		6900	1500	4,60	30,54
00:30:00	59,03		7200	1800	4,00	30,50
00:40:00	58,96		7800	2400	3,25	30,43
00:50:00	58,90		8400	3000	2,80	30,37
01:00:00	58,85		9000	3600	2,50	30,32



Auswertung Kurz-Pumptest KB16/20

Ruhewasserspiegel 18,33 m u. POK

Tiefe der GWM: 30 m
Filterstrecke (h): 4 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
0,11	2,4

Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

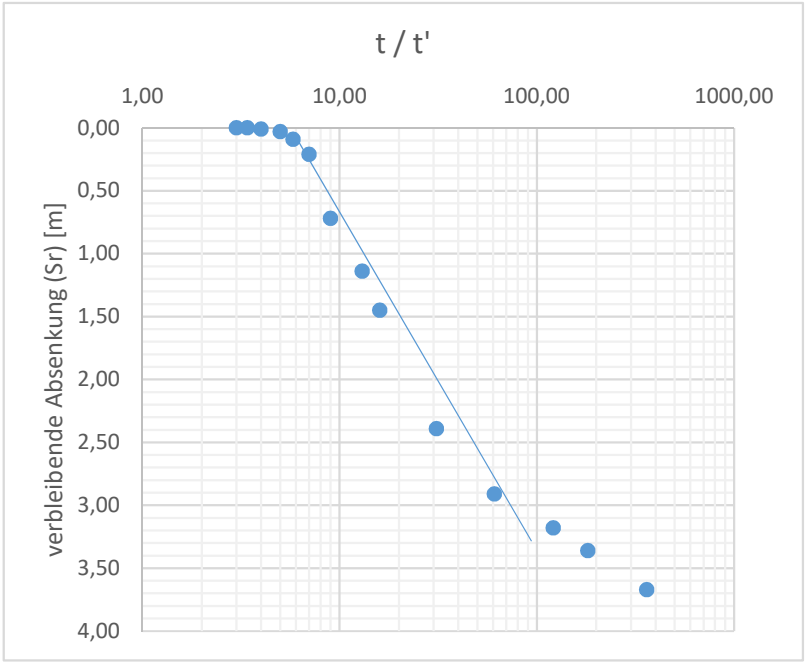
Transmissivität T: **7,7E-06 m²/s**
k-Wert: T / h K = **1,9E-06 m/s**

Pumpbeginn: 02.03.2021 10:00:00
Pumpende 02.03.2021 12:00:00

Dauer des Abpumpvorgangs 0,08 Tage

Messung Wiederanstieg dSr [m] (aus Diagramm) = 2,6

t' (sec.)	s (m)		t (s)	t' (s)	t/t'	Sr (m)
00:00:20	22		7220	20	361,00	3,67
00:00:40	21,69		7240	40	181,00	3,36
00:01:00	21,51		7260	60	121,00	3,18
00:02:00	21,24		7320	120	61,00	2,91
00:04:00	20,72		7440	240	31,00	2,39
00:08:00	19,78		7680	480	16,00	1,45
00:10:00	19,47		7800	600	13,00	1,14
00:15:00	19,05		8100	900	9,00	0,72
00:20:00	18,54		8400	1200	7,00	0,21
00:25:00	18,42		8700	1500	5,80	0,09
00:30:00	18,36		9000	1800	5,00	0,03
00:40:00	18,34		9600	2400	4,00	0,01
00:50:00	18,33		10200	3000	3,40	0,00
01:00:00	18,33		10800	3600	3,00	0,00



Auswertung Kurz-Pumptest KB19/20

Ruhewasserspiegel 37,72 m u. POK

Tiefe der GWM: 46 m
Filterstrecke (h): 4 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
0,18	5,8

Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

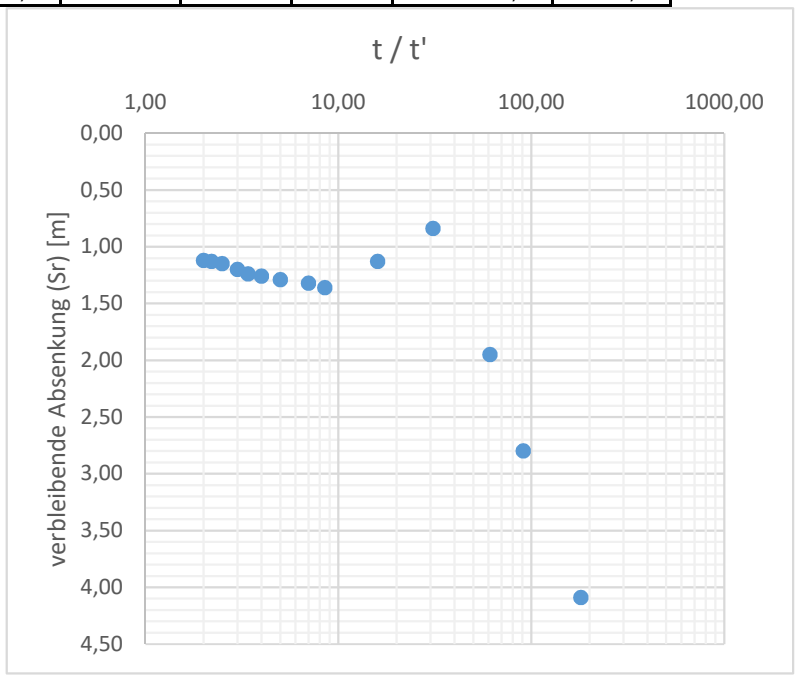
Transmissivität T: **keine Auswertung möglich** **m²/s**
k-Wert: T / h K = **m/s**

Pumpbeginn: 02.03.2021 13:00:00
Pumpende 02.03.2021 14:00:00

Dauer des Abpumpvorgangs 0,04 Tage

Messung Wiederanstieg dSr [m] (aus Diagramm) = keine Ausw.

t' (sec.)	s (m)		t (s)	t' (s)	t/t'	Sr (m)
00:00:20	41,81		3620	20	181,00	4,09
00:00:40	40,52		3640	40	91,00	2,80
00:01:00	39,67		3660	60	61,00	1,95
00:02:00	38,56		3720	120	31,00	0,84
00:04:00	38,85		3840	240	16,00	1,13
00:08:00	39,08		4080	480	8,50	1,36
00:10:00	39,04		4200	600	7,00	1,32
00:15:00	39,01		4500	900	5,00	1,29
00:20:00	38,98		4800	1200	4,00	1,26
00:25:00	38,96		5100	1500	3,40	1,24
00:30:00	38,92		5400	1800	3,00	1,20
00:40:00	38,87		6000	2400	2,50	1,15
00:50:00	38,85		6600	3000	2,20	1,13
01:00:00	38,84		7200	3600	2,00	1,12



Auswertung Kurz-Pumptest KB21/20

Ruhewasserspiegel 15,4 m u. POK

Tiefe der GWM: 20 m
Filterstrecke (h): 4 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
0,09	3,5

Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

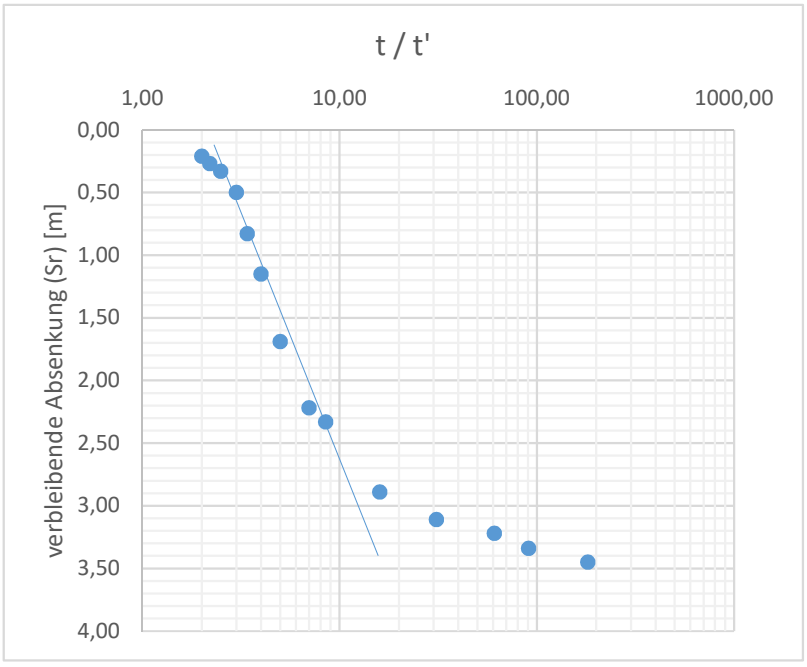
Transmissivität T: **5,5E-06 m²/s**
k-Wert: T / h K = **1,4E-06 m/s**

Pumpbeginn: 16.02.2021 10:00:00
Pumpende 16.02.2021 11:00:00

Dauer des Abpumpvorgangs 0,04 Tage

Messung Wiederanstieg dSr [m] (aus Diagramm) = 3

t' (sec.)	s (m)		t (s)	t' (s)	t/t'	Sr (m)
00:00:20	18,85		3620	20	181,00	3,45
00:00:40	18,74		3640	40	91,00	3,34
00:01:00	18,62		3660	60	61,00	3,22
00:02:00	18,51		3720	120	31,00	3,11
00:04:00	18,29		3840	240	16,00	2,89
00:08:00	17,73		4080	480	8,50	2,33
00:10:00	17,62		4200	600	7,00	2,22
00:15:00	17,09		4500	900	5,00	1,69
00:20:00	16,55		4800	1200	4,00	1,15
00:25:00	16,23		5100	1500	3,40	0,83
00:30:00	15,9		5400	1800	3,00	0,50
00:40:00	15,73		6000	2400	2,50	0,33
00:50:00	15,67		6600	3000	2,20	0,27
01:00:00	15,61		7200	3600	2,00	0,21



Auswertung Kurz-Pumptest KB22/20

Ruhewasserspiegel 10,43 m u. POK

Tiefe der GWM: 16 m
Filterstrecke (h): 3 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
0,18	4,1

Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

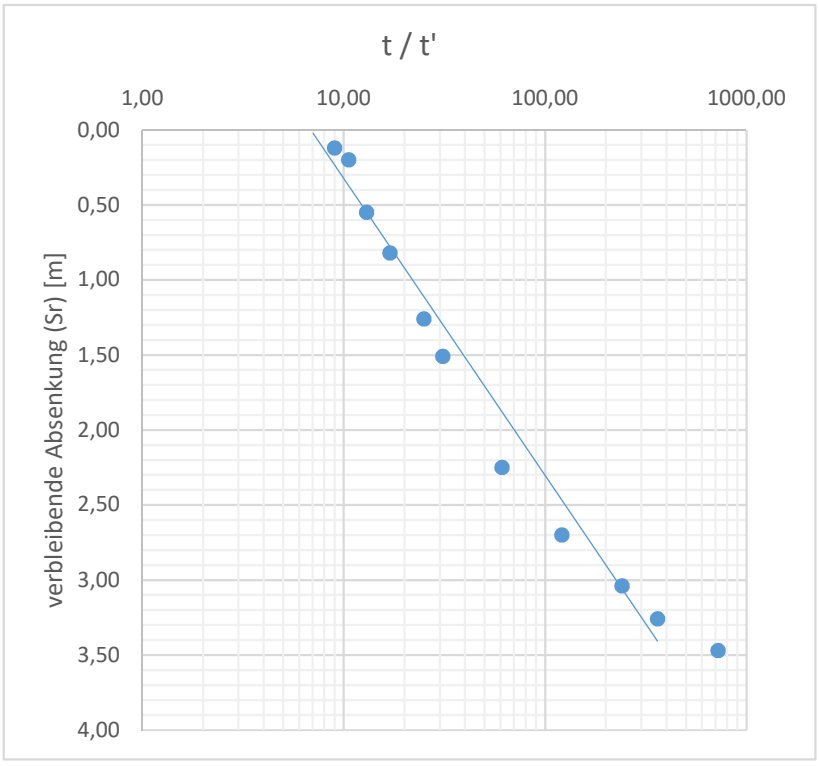
Transmissivität T: **1,6E-05 m²/s**
k-Wert: T / h **K =** **5,5E-06 m/s**

Pumpbeginn: 07.12.2020 10:00:00
Pumpende 07.12.2020 14:00:00

Dauer des Abpumpvorgangs 0,17 Tage

Messung Wiederanstieg dSr [m] (aus Diagramm) = 2

t' (sec.)	s (m)		t (s)	t' (s)	t/t'	Sr (m)
00:00:20	13,9		14420	20	721,00	3,47
00:00:40	13,69		14440	40	361,00	3,26
00:01:00	13,47		14460	60	241,00	3,04
00:02:00	13,13		14520	120	121,00	2,70
00:04:00	12,68		14640	240	61,00	2,25
00:08:00	11,94		14880	480	31,00	1,51
00:10:00	11,69		15000	600	25,00	1,26
00:15:00	11,25		15300	900	17,00	0,82
00:20:00	10,98		15600	1200	13,00	0,55
00:25:00	10,63		15900	1500	10,60	0,20
00:30:00	10,55		16200	1800	9,00	0,12



Auswertung Kurz-Pumptest KB41/20

Ruhewasserspiegel 4,48 m u. POK

Tiefe der GWM: 7 m
Filterstrecke (h): 2,5 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
1,10	1,4

Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

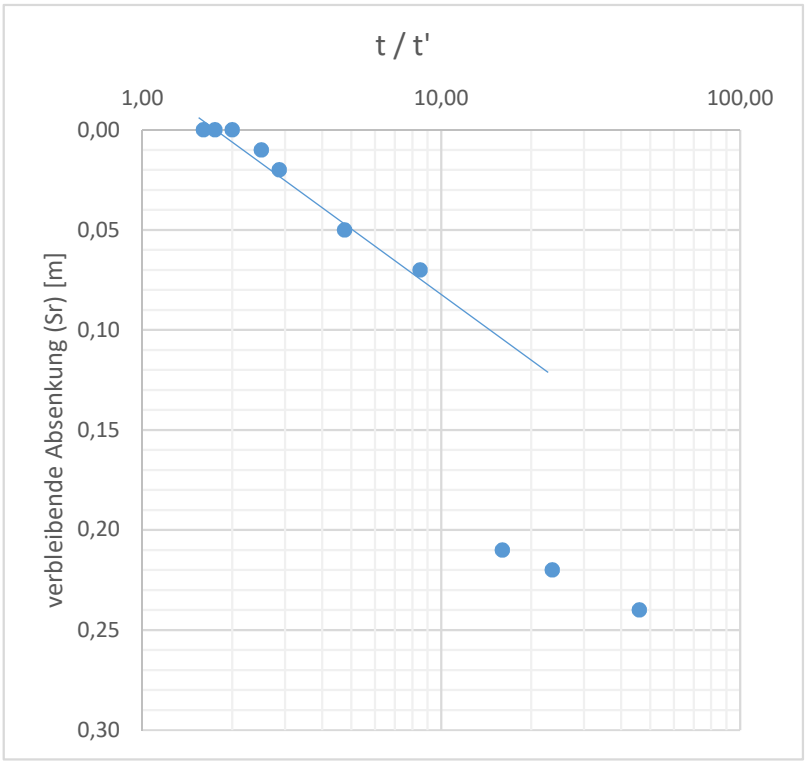
Transmissivität T: **1,8E-03 m²/s**
k-Wert: T / h K = **7,3E-04 m/s**

Pumpbeginn: 01.03.2021 00:00:00
Pumpende 01.03.2021 00:15:00

Dauer des Abpumpvorgangs 0,01 Tage

Messung Wiederanstieg dSr [m] (aus Diagramm) = 0,11

t' (sec.)	s (m)		t (s)	t' (s)	t/t'	Sr (m)
00:00:20	4,72		920	20	46,00	0,24
00:00:40	4,7		940	40	23,50	0,22
00:01:00	4,69		960	60	16,00	0,21
00:02:00	4,55		1020	120	8,50	0,07
00:04:00	4,53		1140	240	4,75	0,05
00:08:00	4,5		1380	480	2,87	0,02
00:10:00	4,49		1500	600	2,50	0,01
00:15:00	4,48		1800	900	2,00	0,00
00:20:00	4,48		2100	1200	1,75	0,00
00:25:00	4,48		2400	1500	1,60	0,00



Auswertung Kurz-Pumptest KB48/20

Ruhewasserspiegel 7,1 m u. POK

Tiefe der GWM: 9 m
Filterstrecke (h): 4 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
0,02	1,7

Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

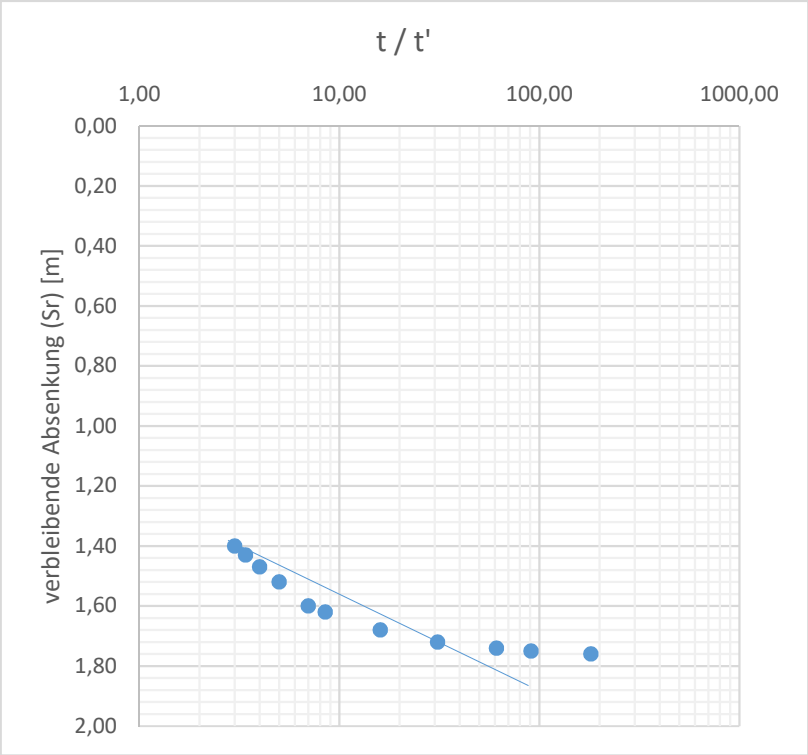
Transmissivität T: **1,2E-05 m²/s**
k-Wert: T / h K = **3,1E-06 m/s**

Pumpbeginn: 10.11.2020 10:00:00
Pumpende 10.11.2020 11:00:00

Dauer des Abpumpvorgangs 0,04 Tage

Messung Wiederanstieg dSr [m] (aus Diagramm) = 0,3

t' (sec.)	s (m)		t (s)	t' (s)	t/t'	Sr (m)
00:00:20	8,86		3620	20	181,00	1,76
00:00:40	8,85		3640	40	91,00	1,75
00:01:00	8,84		3660	60	61,00	1,74
00:02:00	8,82		3720	120	31,00	1,72
00:04:00	8,78		3840	240	16,00	1,68
00:08:00	8,72		4080	480	8,50	1,62
00:10:00	8,7		4200	600	7,00	1,60
00:15:00	8,62		4500	900	5,00	1,52
00:20:00	8,57		4800	1200	4,00	1,47
00:25:00	8,53		5100	1500	3,40	1,43
00:30:00	8,5		5400	1800	3,00	1,40



Auswertung Kurz-Pumptest KB53/20

Ruhewasserspiegel 7,51 m u. POK

Tiefe der GWM: 10,2 m
Filterstrecke (h): 2 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
0,02	3

Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

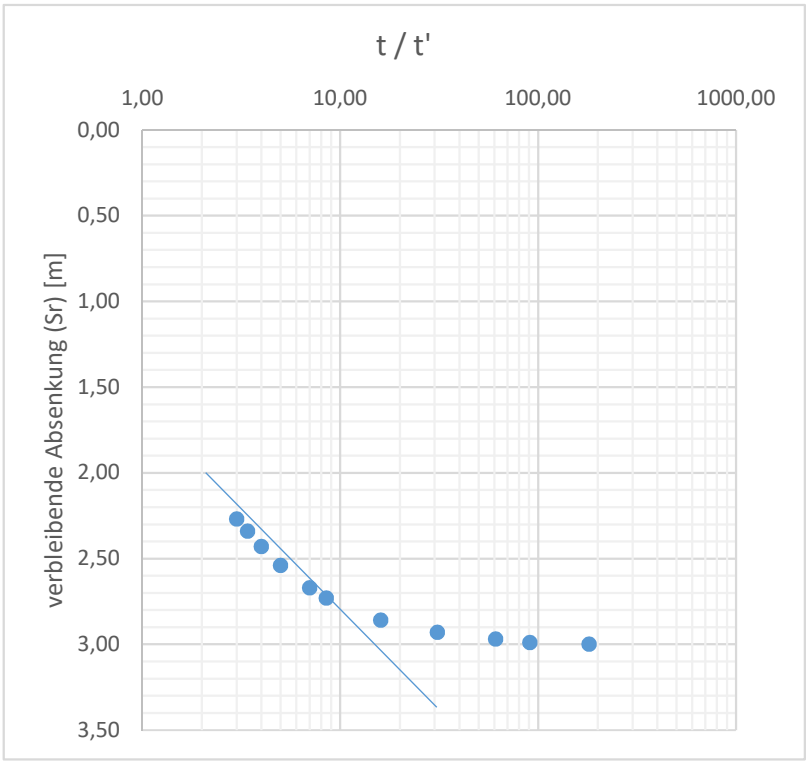
Transmissivität T: **3,3E-06 m²/s**
k-Wert: T / h K = **1,7E-06 m/s**

Pumpbeginn: 10.11.2020 12:00:00
Pumpende 10.11.2020 13:00:00

Dauer des Abpumpvorgangs 0,04 Tage

Messung Wiederanstieg dSr [m] (aus Diagramm) = 1,1

t' (sec.)	s (m)		t (s)	t' (s)	t/t'	Sr (m)
00:00:20	10,51		3620	20	181,00	3,00
00:00:40	10,5		3640	40	91,00	2,99
00:01:00	10,48		3660	60	61,00	2,97
00:02:00	10,44		3720	120	31,00	2,93
00:04:00	10,37		3840	240	16,00	2,86
00:08:00	10,24		4080	480	8,50	2,73
00:10:00	10,18		4200	600	7,00	2,67
00:15:00	10,05		4500	900	5,00	2,54
00:20:00	9,94		4800	1200	4,00	2,43
00:25:00	9,85		5100	1500	3,40	2,34
00:30:00	9,78		5400	1800	3,00	2,27



Kurzbericht

Hydrogeologische Untersuchungen / Pumpversuche

B27 - Schindhausbasistunnel

Auftraggeber : **LGA Bautechnik GmbH / Grundbauinstitut**
Tillystr. 2
90431 Nürnberg

Auftragnehmer : **Ing.-Büro Hydro – Geo – Service**
Hauptstr. 30
90537 Feucht

Inhalts - Anlagen - Bilderverzeichnis

Inhaltsverzeichnis Seite

1. Pumpversuche 3

1.1. Anlass der Arbeiten 3

1.2. Ort und Datum der durchgeführten Arbeiten 3

1.3. Technische Bemerkungen zur eingesetzten Pumpanlage 4

2. Ergebnisse der Untersuchungen 4

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 - Diagramm **Ganglinien Pumpversuch KB22/20 mit Beo GWM**

Anlage 2 - Diagramm **Ganglinien Pumpversuch KB16/20 mit Beo GWM**

Bilderverzeichnis

Foto 1 – Pumpversuchsanlage KB 22/20

Foto 2 – Pumpversuchsanlage KB 16/20

1. Pumpversuche

1.1. Anlass der Arbeiten

Für die Bundesstraße B27 in Tübingen wird ein neues Straßenbau Projekt geplant.

Für die Errichtung des „ Schindhausbasistunnels“ in einer weiteren Erkundungsphase sind Untersuchungen durchzuführen, die hydrogeologische Kennwerte für die anstehenden geologischen Bodenschichten liefern.

Dafür sind Pumpversuche, an den neu errichteten Grundwassermessstellen im Jahr 2020, durchzuführen.

1.2. Ort und Datum der durchgeführten Arbeiten

1.2.1 Pumpversuch KB 22/20

48h-Pumpversuch in mit 4 Beobachtungspegeln, inkl. An- und Abtransport sowie Aufbau des Equipments, inkl. Auswertung und Darstellung der Ergebnisse in Kurzbericht; Beobachtungszeitraum: Absenkung + Wiederanstieg; Wasserstandsmessung mit Datenlogger, Pumpbrunnen: KB 22/20; Beobachtungspegel: KB 20/20, B 1-3/06, KB 21/20, KB 35/20.

Der Pumpversuch wurde mit dem Einbau der Datenlogger in die Beo GWM am 19.04.21 begonnen.

Die Pumpphase begann am 20.04.21 um 11:15 Uhr und endete 32 h später.

Anschließend erfolgte die Wiederanstiegsmessung über ca.16 h.

1.2.2 Pumpversuch KB 16/20

72h-Pumpversuch mit 3 Beobachtungspegeln, inkl. An- und Abtransport sowie Aufbau des Equipments, inkl. Auswertung und Darstellung der Ergebnisse in Kurzbericht; Beobachtungszeitraum: Absenkung + Wiederanstieg; Wasserstands-

messung mit Datenlogger; Pumpbrunnen: KB 16/20; Beobachtungspegel: KB 17/20, KB 18/20, B1-5/06

Der Pumpversuch wurde mit dem Einbau der Datenlogger in die Beo GWM am 22.04.21 begonnen.

Die Pumpphase begann am 22.04.21 um 11:15 Uhr und endete 72 h später.

Anschließend erfolgte die Wiederanstiegsmessung über ca. 21 h.

1.3. Technische Bemerkungen zur eingesetzten Pumpanlage

Zum Einsatz kam eine Pumpanlage mit Notstromaggregat. Es erfolgte eine kontinuierliche Absenkung des Wasserspiegels mit dem Einsatz einer Unterwassermotorpumpe mit einem Ø von 3“. Die Beobachtung des Betriebswasserspiegels sowie das Monitoring der Beo GWM erfolgte mittels Datenlogger.

Die Förderrate wurde mit dem Einsatz eines MID ermittelt.

Die Ableitung des gehobenen Wassers wurde in die vorgegebenen Ableitungspunkte Kanal / Blaubach durchgeführt.

2. Ergebnisse der Untersuchungen

2.1. Pumpversuch KB 22/20

Der Ruhewasserspiegel wurde am 20.04.21 um 06:55 Uhr mit 10,04m unter ROK gemessen, das entspricht 314,14 mNN.

Der Betriebswasserspiegel wurde auf ca. 14,15 m unter ROK abgesenkt. Während der Pumpphase wurde ein Beharrungszustand erreicht.

Der Wiederanstieg des Wasserspiegels erfolgte auf das Niveau von 314,39 mNN, wobei ein stationärer Zustand erreicht wurde und die Wiederanstiegsphase vollständig erfasst, wurde.

Die Ergiebigkeit wurde mit 0,2 l/s über die gesamte Pumpzeit bestimmt.

2.2. Pumpversuch KB 16/20

Der Ruhewasserspiegel wurde am 22.04.21 um 11:00 Uhr mit 18,01m unter ROK gemessen, das entspricht 327,10 mNN.

Der Betriebswasserspiegel wurde auf ca. 23,81 m unter ROK abgesenkt. Während der Pumpphase wurde ein Beharrungszustand erreicht.

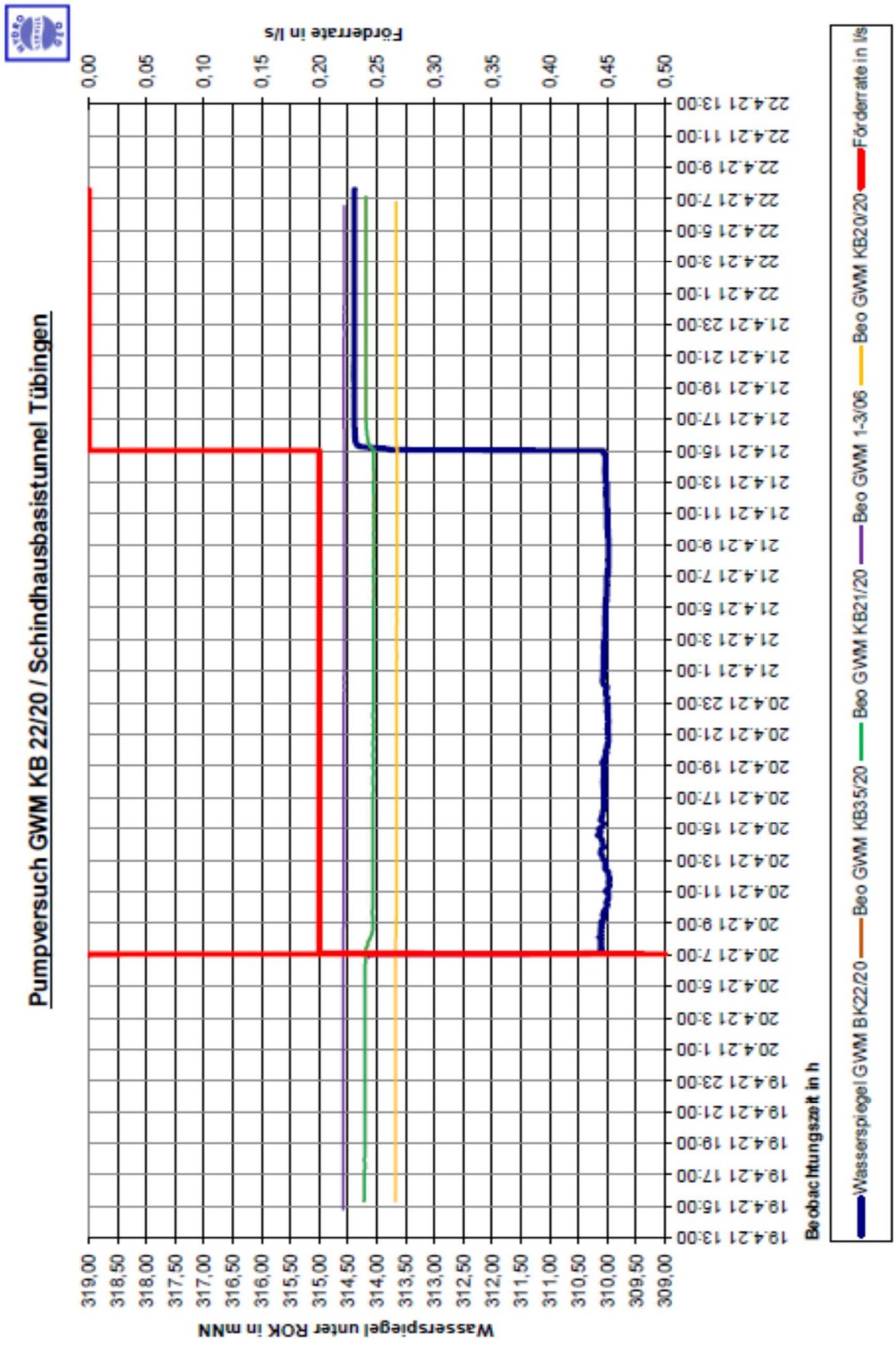
Der Wiederanstieg des Wasserspiegels erfolgte auf das Niveau von 326,78 mNN, wobei ein stationärer Zustand erreicht wurde und die Wiederanstiegsphase vollständig erfasst, wurde.

Die Ergiebigkeit wurde mit 0,13 l/s über die gesamte Pumpzeit bestimmt.

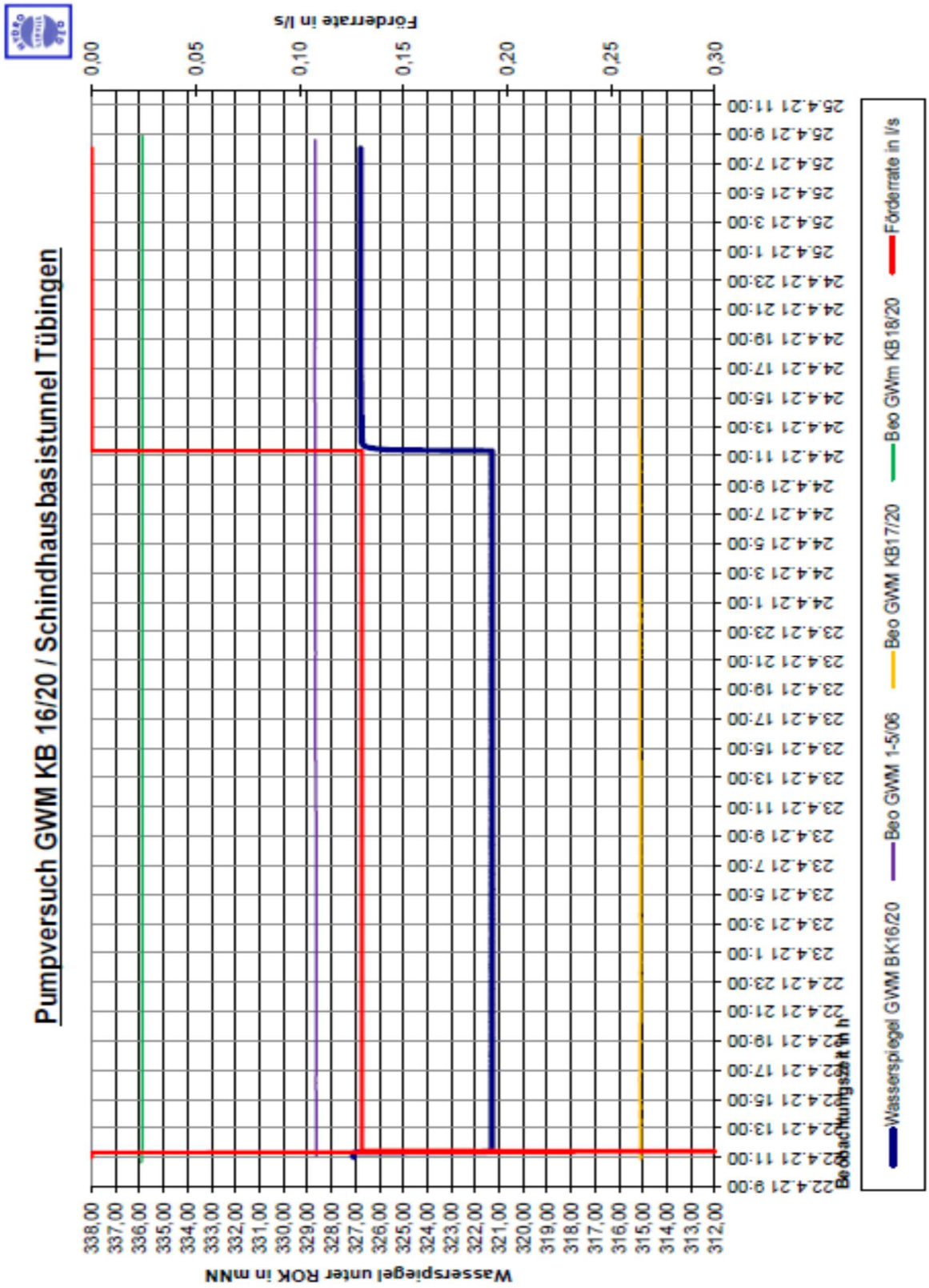
Bearbeiter: Dipl.-Ing. Michael Kümmel Feucht , den 28.04.201

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 - Diagramm Ganglinien Pumpversuch KB22/20 mit Beo GWM



Anlage 2 - Diagramm **Ganglinien Pumpversuch KB16/20 mit Beo GWM**



Bilderverzeichnis

Foto 1 – Pumpversuchsanlage KB 22/20 / Tagesbaustelle



Foto 2 – Pumpversuchsanlage KB 22/20 / Nachtbaustelle



Foto 3 – Pumpversuchsanlage KB 16/20 / Tagesbaustelle



Auswertung Pumpversuch KB16/20

Ruhewasserspiegel 18,0 m u. POK

Tiefe der GWM: 30 m
Filterstrecke (h): 4 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
0,13	5,8

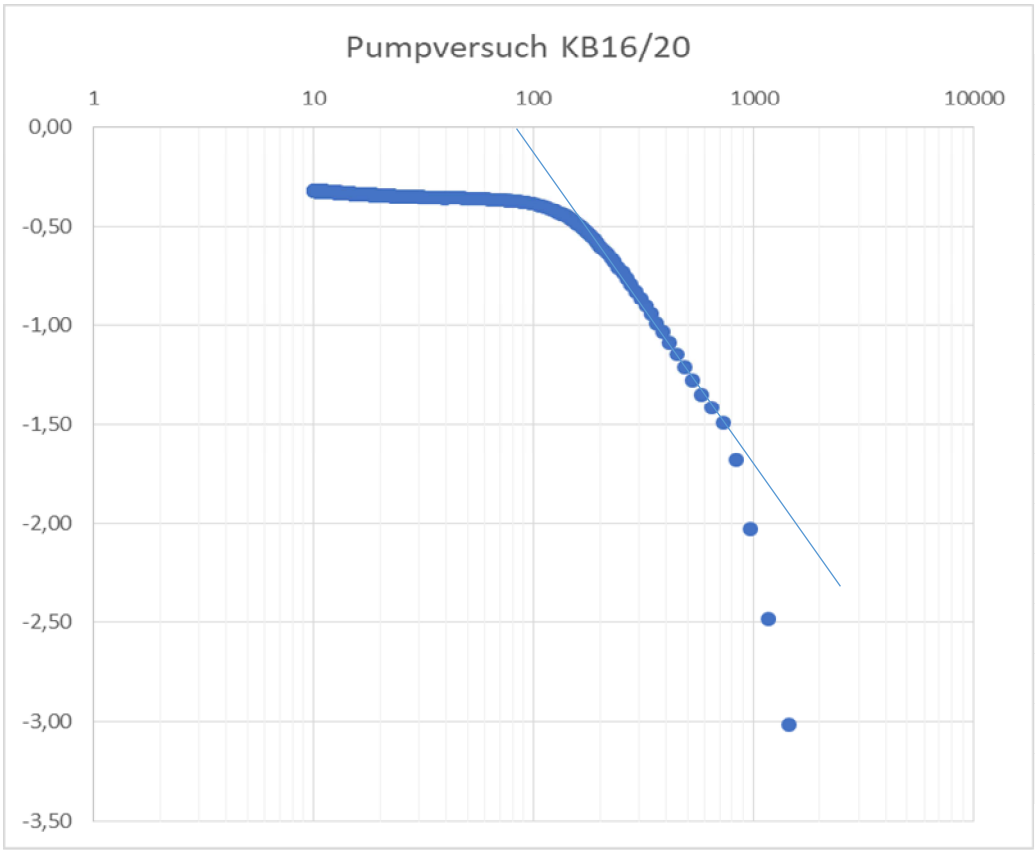
Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

Transmissivität T: **1,3E-05 m²/s**
k-Wert: T / h K = **3,1E-06 m/s**

Pumpbeginn: 22.04.2021 11:20:00
Pumpende 24.04.2021 11:20:00

Dauer des Abpumpvorgangs 2,00 Tage

Messung Wiederanstieg dSr [m] (aus Diagramm) = 1,6



Auswertung Pumpversuch KB22/20

Ruhewasserspiegel 10,18 m u. POK

Tiefe der GWM: 16 m
Filterstrecke (h): 3 m

Fördermenge (l/s)	Absenkung GW (m)
0,20	4,1

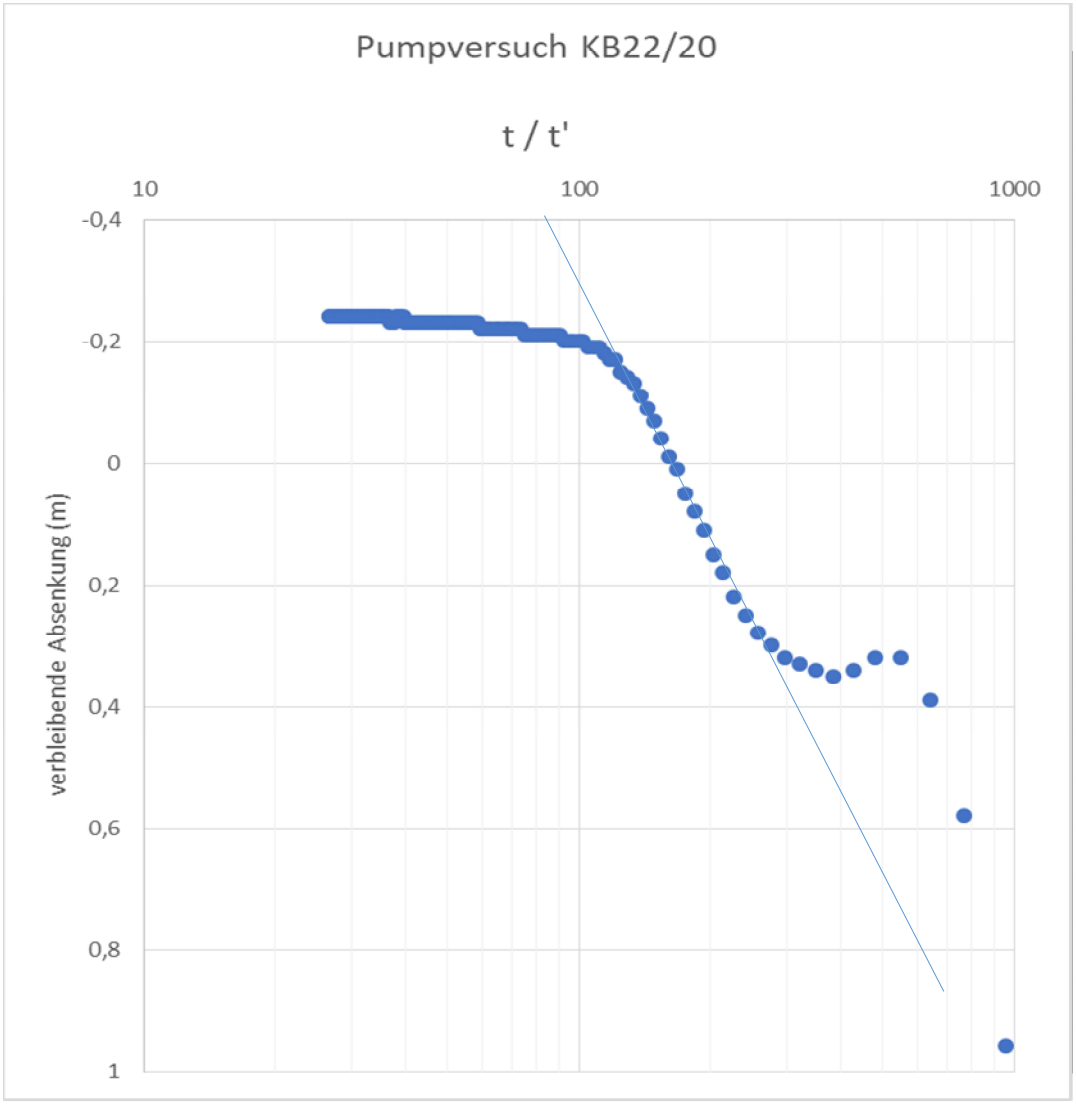
Transmissivität T: T = 2,3 * Q / (4 * PI * dSr)

Transmissivität T: **2,4E-05 m²/s**
k-Wert: T / h **K =** **7,8E-06 m/s**

Pumpbeginn: 20.04.2021 07:00:00
Pumpende 21.04.2021 15:00:00

Dauer des Abpumpvorgangs 1,33 Tage

Messung Wiederanstieg dSr [m] (aus Diagramm) = 1,4



André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

André Voutta Grundwasserhydraulik Sudetenstr. 5 71083 Herrenberg

BauGrund Süd
Gesellschaft für Geothermie mbH
Maybachstraße 5

88410 Bad Wurzach

Herrenberg, 13.10.2020

Testdesign in den Bohrungen zum Schindhau-Basistunnel

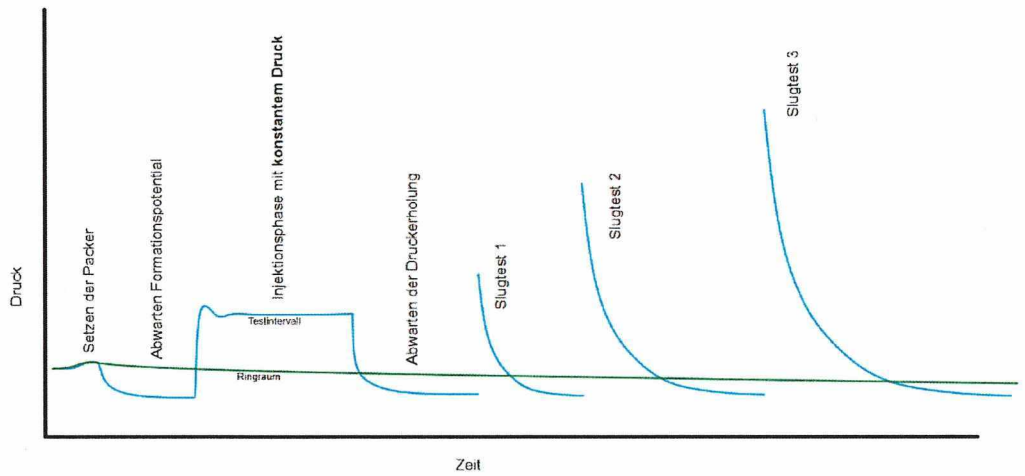
Sehr geehrte Frau Müller,

hier einige Anmerkungen und Anregungen zu den geplanten WD-Versuchen.

Das Gutachterbüro LGA aus Nürnberg hat in den Ausschreibungsunterlagen für die WD-Versuche ein etwas anderes Konzept vorgegeben als gemeinhin üblich:

> Für den WD-Versuch ist ein mit einem Doppelpacker abgedichteter Bohrlochabschnitt, das – Testintervall, abzusperren. Es wird über den oberen Packer mit einer Pumpe Wasser eingepresst.
>
> Der Versuch ist zweigeteilt auszuführen. Im ersten Schritt wird Wasser eingepresst und bei einem konstanten Druck der Durchfluss ermittelt. Während diesem Vorgang werden kontinuierlich Einpressdruck und eingepresste Wassermenge über die Zeit aufgezeichnet.
>
> Im zweiten Versuchsschritt wird ein Druckniveau durch Einpressen von Wasser erzeugt und anschließend der Zufluss abgesperrt. Es wird der Druckabfall über die Zeit aufgezeichnet. Dieser Versuchsschritt ist mit drei Druckstufen zu wiederholen.

Grafisch dargestellt würde dieser Versuchsablauf ungefähr so aussehen:



Aus hydraulischer und auswertetechnischer Sicht ist dieser Ablauf schwierig. In der ersten Injektionsphase ändert sich die Rate bei konstantem Druck – in diesem Fall wird meines Wissens der K-Wert nur durch eine Näherungsformel bestimmt. Die darauf folgenden drei Slugtests sind dagegen mit analytischen Verfahren gut auswertbar, aber sie haben aufgrund der kurzen Druckeinwirkzeit eine geringe Tiefenwirkung und damit eine begrenztere Aussagekraft.

André Voutta
Grundwasserhydraulik
Sudetenstr. 5
71083 Herrenberg

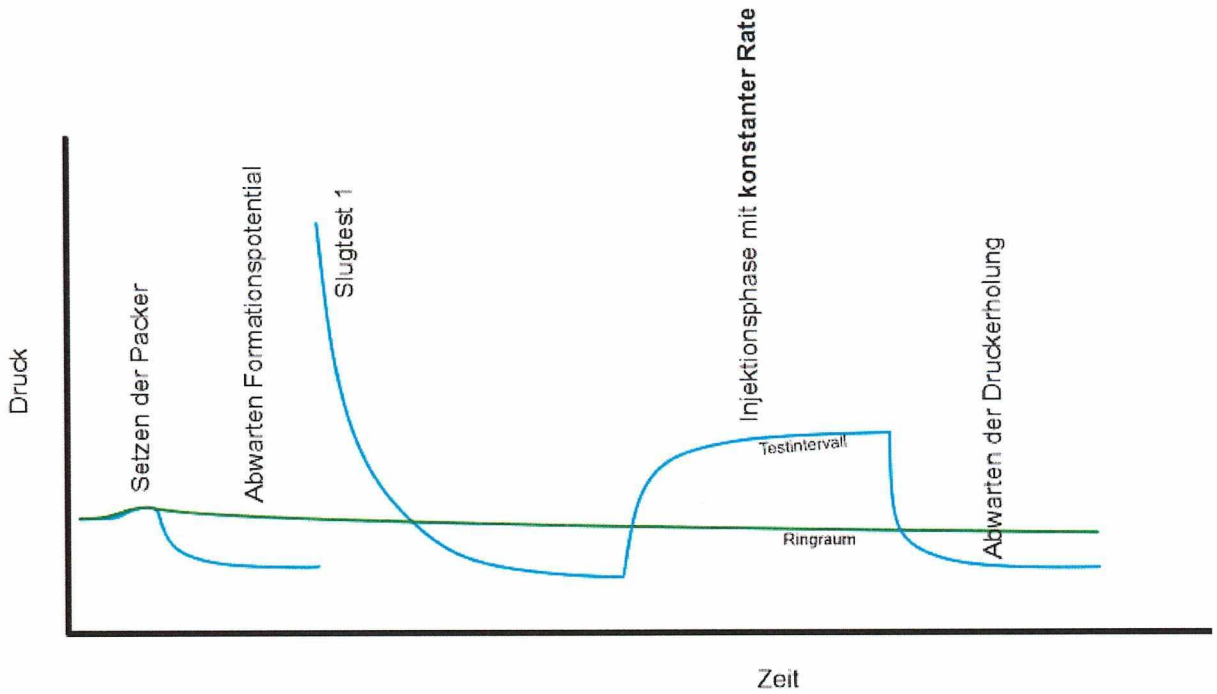
Volksbank AG im Kreis Böblingen
IBAN: DE 33 6039 0000 0470 8860 05
BIC: GENODES1BBV
Ust.-ID: DE189386102

Tel.: 07032 / 95 71 44
Fax.: 07032 / 95 71 45
Mobil : 0171 / 56 62 63 0
email : avoutta@avoutta.de

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

Da bei den Versuchen ein belastbarer K-Wert im Vordergrund steht, sollte darüber nachgedacht werden, dass Testdesign noch etwas zu optimieren.

Dies wäre mein Vorschlag für die Vorgehensweise:



Nach dem Setzen der Packer würde wie gewohnt der Formationsdruck bei geschlossenem shut-in-Ventil (SIT) abgewartet, der sich in den Keupersandsteinen innerhalb weniger Minuten einstellt, in den Keupertonsteinen länger dauern kann. Danach wird das Steigrohr soweit aufgefüllt, dass sich gegenüber dem Formationsdruck ein Überdruck von ca. 10 m Wassersäule bzw. 1 bar ergibt. Mit dem Öffnen des SIT liegt dieser Druck sofort im Intervall an und es beginnt die Druckerholungsphase des Slug-Tests. Aus diesem kann leicht abgeleitet werden, ob eine Injektionsphase sinnvoll ist oder nicht.

Wenn eine Injektion mit konstanter Rate sinnvoll ist, dann kann durch diese eine sehr gute K-Wert-Ermittlung bei gleichzeitig guter Tiefenwirkung erfolgen. Wenn nicht, dann schlage ich einen zweiten und ggf. dritten Slug-Test vor, um mit der zu erwartenden Bandbreite der berechneten K-Werte etwas statistische Masse zu erhalten. Und sollten die Durchlässigkeiten in den Tonsteinabschnitten so gering sein, dass auch ein Slug-Test viele Stunden dauern würde, kann der Slug-Test durch einen Pulse-Test ersetzt werden.

Alle Versuchsphasen können durch unsere numerische Auswertesoftware als Ganzes berechnet werden.

Für Fragen stehe ich jederzeit zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

A. Voutta

André Voutta
Grundwasserhydraulik
Sudetenstr. 5
71083 Herrenberg

Volksbank AG im Kreis Böblingen
IBAN: DE 33 6039 0000 0470 8860 05
BIC: GENODES1BBV
Ust.-ID: DE189386102

Tel.: 07032 / 95 71 44
Fax.: 07032 / 95 71 45
Mobil : 0171 / 56 62 63 0
email : avoutta@avoutta.de

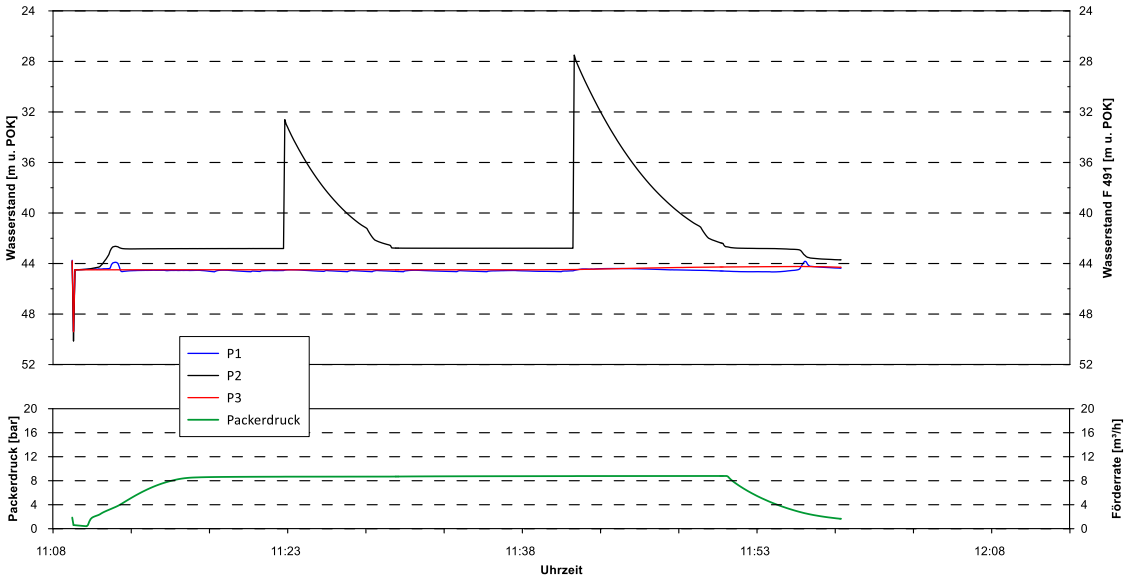
Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 04

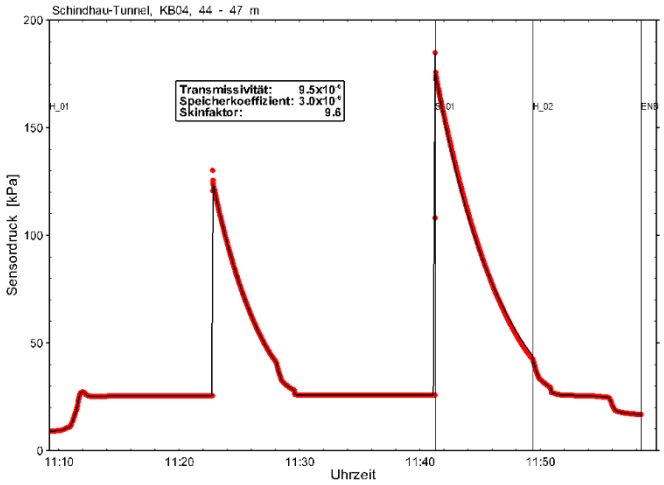
Testintervall: 44 – 47 m

VERSUCHSPROTOKOLL

Projekt:	Schindhautunnel	RWSP [m u. GOK]:	47.78 u POK
Ort:	Tübingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	KB04	Versuchstyp:	Slugtest
Startdatum:	20.10.2020 11:09 Uhr	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	70 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Doppelpacker
Ausbaudurchmesser:	146 mm	Testintervall:	44.0 - 47.0 m
Versuchsende:	20.10.20209, 12:00 Uhr		

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik





Die Auswertung dieser zwei Slugtests ist schwierig, weil der Ausgangswasserspiegel in der Bohrung im Bereich des Packertools liegt. Dadurch werden die unterschiedlichen Durchmesser innerhalb des Gerätes wirksam und die Druckerholung ist nicht homogen. Mit dem Bohrlochsimulator nSights wurde nur der zweite Slug-Impuls bis zum Erreichen des Packers ausgewertet

Die Software errechnet eine Transmissivität von

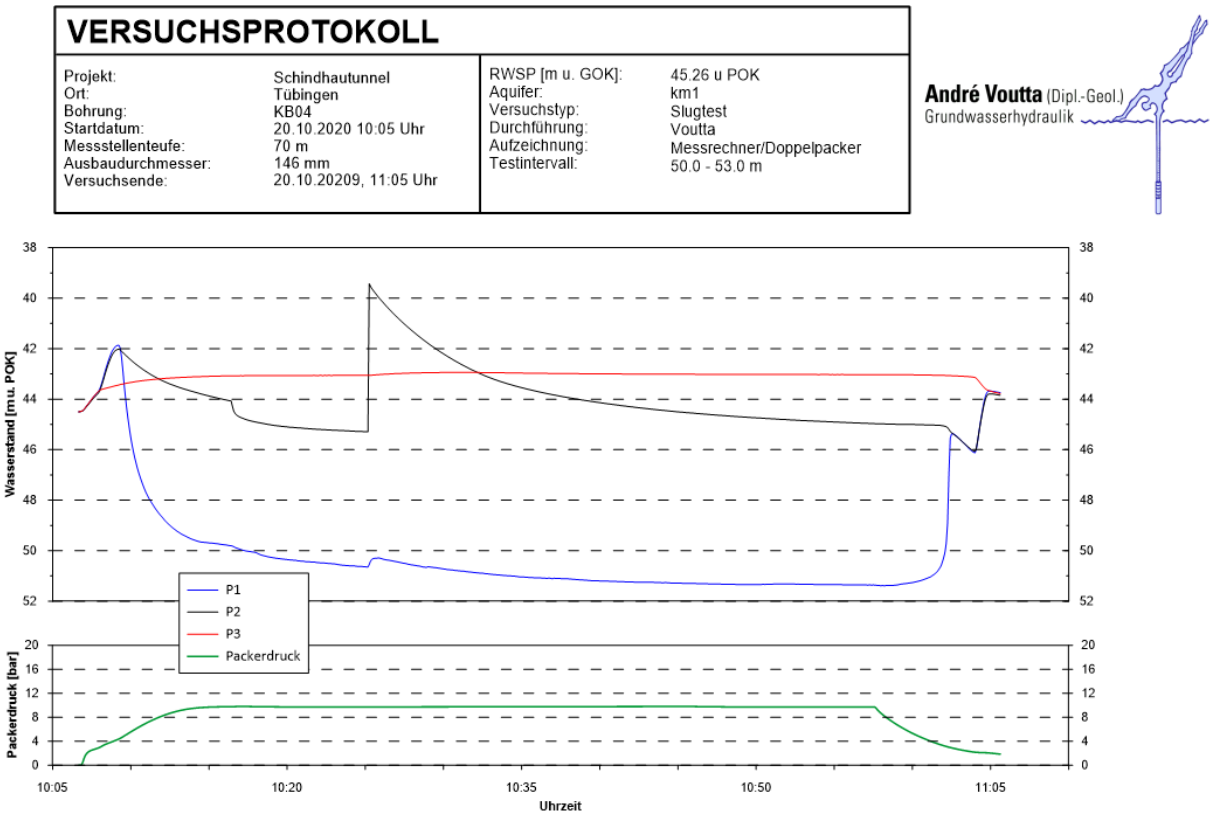
$$\mathbf{T = 9.5 \cdot 10^{-6}\ m^2/s}$$

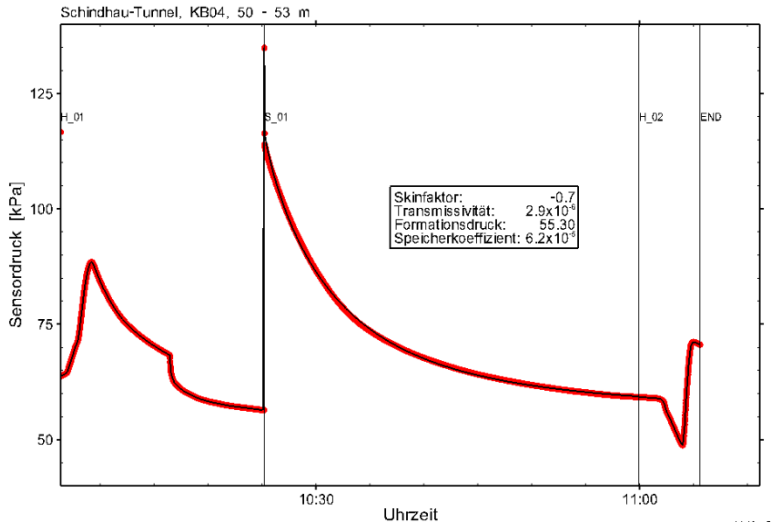
$$\mathbf{(bzw.\ k_F = 3.1 \cdot 10^{-6}\ m/s\ mit\ M = 3\ m)}$$

Für die Anpassung ist ein Skinfaktor von 9.6 nötig und der Speicherkoeffizient steht für gespannte Verhältnisse.

Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 04

Testintervall: 50 – 53 m





Die Software nSights errechnet eine Transmissivität von

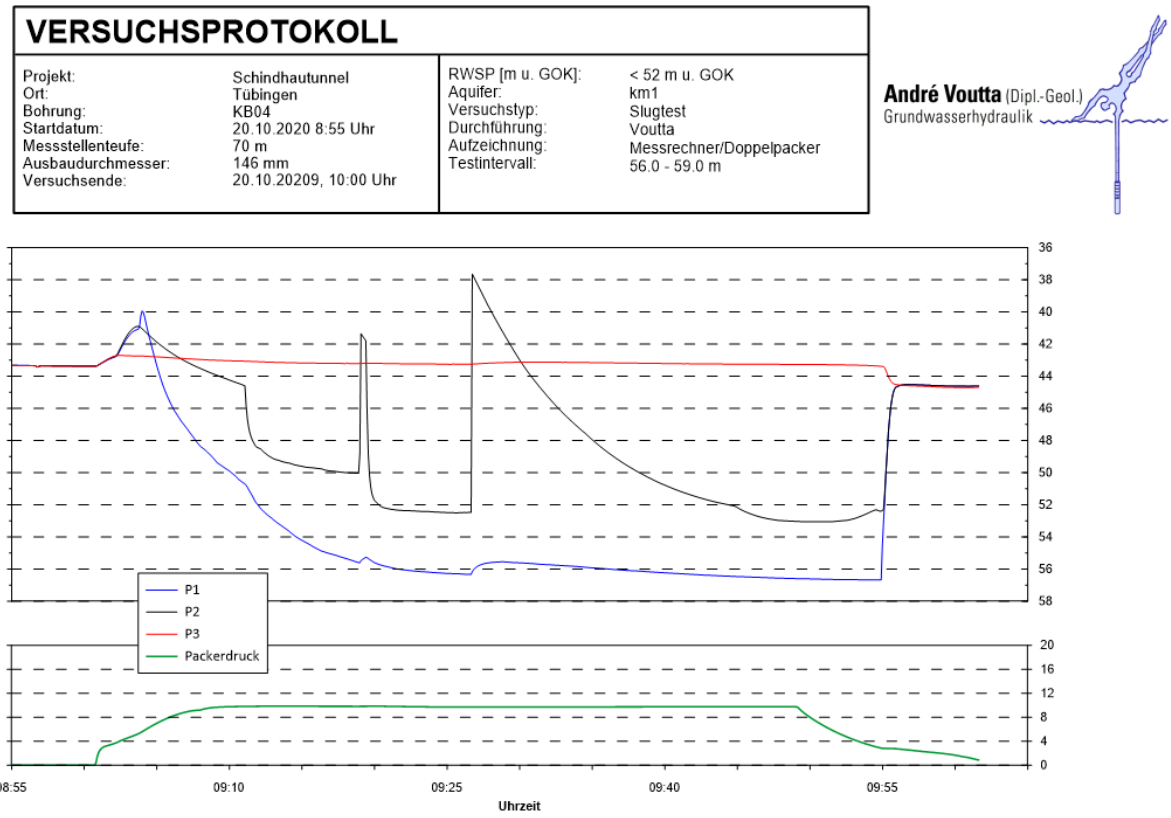
$$\mathbf{T = 2.9 \cdot 10^{-6}\ m^2/s}$$

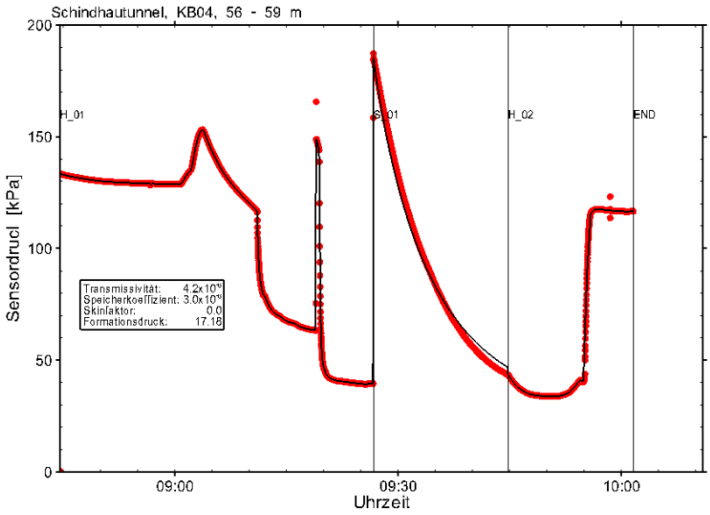
$$\mathbf{(bzw.\ k_F = 1 \cdot 10^{-6}\ m/s\ mit\ M = 3\ m)}$$

Für die Anpassung ist ein gering negativer Skinfaktor von -0.7 nötig. Der Speicherkoeffizient steht für gespannte Verhältnisse. Der Formationsdruck 55.3 kPa beträgt umgerechnet

Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 04

Testintervall: 56 – 59 m





Nach dem Auslösen des ersten Pulses stellte sich der Formationsdruck auf einem deutlichen geringenen Niveau ein und auch die Druckerholung des daran anschließenden Slugtests verlief nicht ungestört. Aus der Slug-Test-Sequenz errechnet nSights eine Transmissivität von

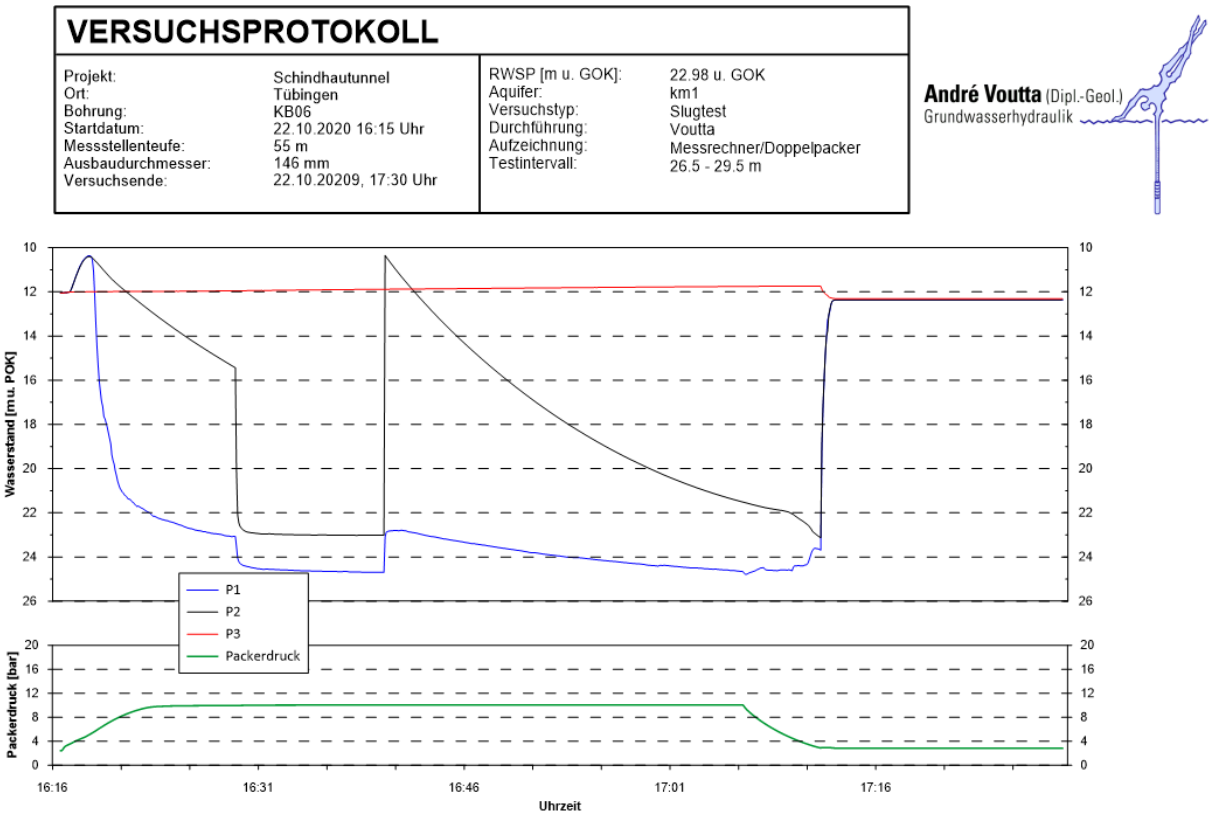
$$\mathbf{T = 4.2 \cdot 10^{-6}\ m^2/s}$$

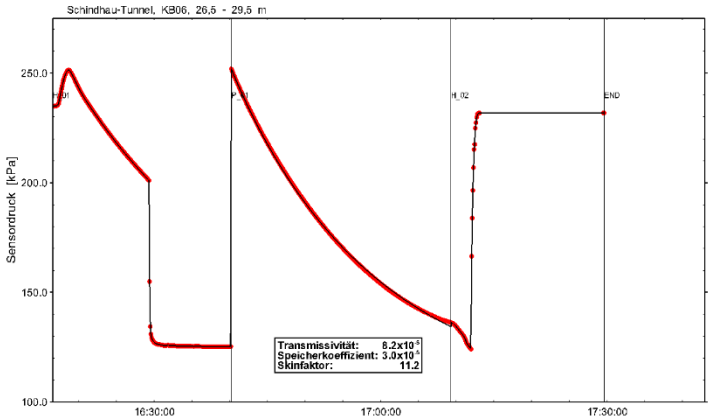
$$\mathbf{(bzw.\ k_F = 1.4 \cdot 10^{-6}\ m/s\ mit\ M = 3\ m)}$$

Für die Anpassung ist kein Skinfaktor nötig. Der Speicherkoeffizient steht für gespannte Verhältnisse.

Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 06

Testintervall: 26.5 – 29.5 m





Nach dem Setzen des Packers und dem Schließen des Ventils erfolgte eine rasche Einstellung des Formationspotentials bei ca. 23 m u. GOK. Aus der anschließenden Slug-Test-Sequenz errechnet nSights eine Transmissivität von

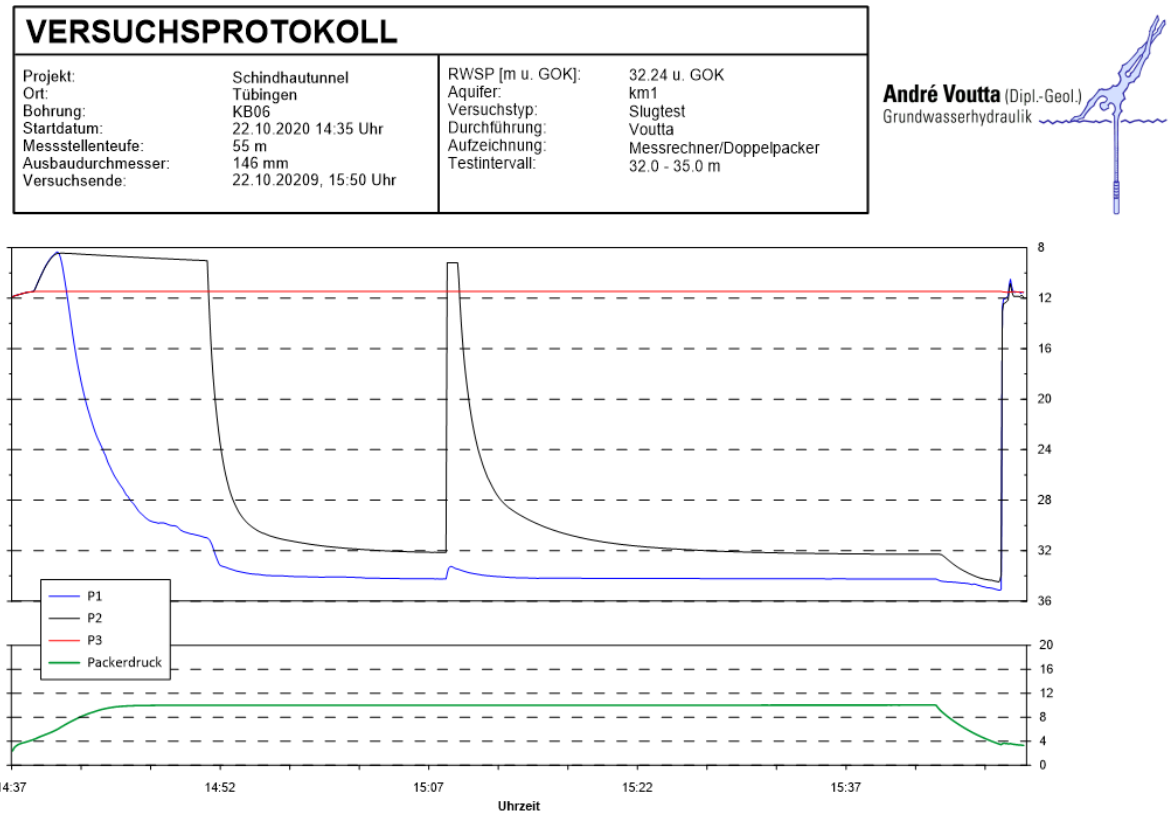
$$\mathbf{T = 8.2 \cdot 10^{-5}\ m^2/s}$$

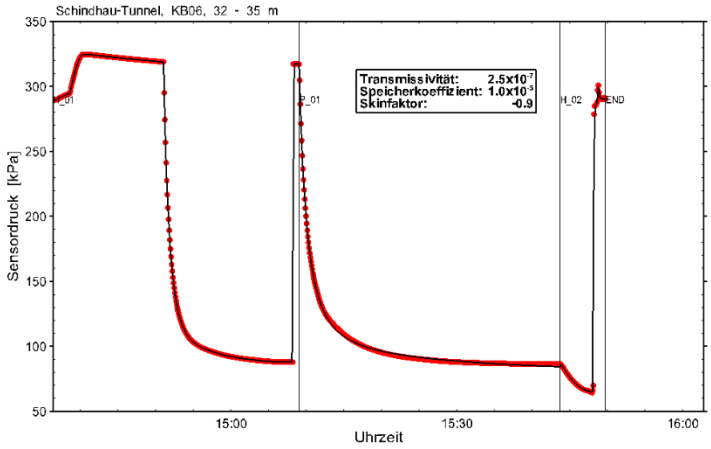
$$\mathbf{(bzw.\ k_F = 2.7 \cdot 10^{-5}\ m/s\ mit\ M = 3\ m)}$$

Für die Anpassung ist ein Skinfaktor von 11 nötig. Der Speicherkoeffizient steht für gespannte Verhältnisse.

Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 06

Testintervall: 32 – 35 m





Es zeigte sich bereits nach dem Setzen und Abdichten Packers, dass das gewählte Intervall recht dicht sein würde. Deshalb wurde nach der Einstellung des Formationspotentials bei ca. 32 m u GOK nach einer kurzen Fließphase sofort ein Pulsetest angeschlossen.

Aus dieser Pulse-Test-Sequenz errechnet nSights eine Transmissivität von

$$\mathbf{T = 2.5 \cdot 10^{-7}\ m^2/s}$$

$$\mathbf{(bzw.\ k_F = 8.3 \cdot 10^{-8}\ m/s\ mit\ M = 3\ m)}$$

Für die Anpassung ist ein negativer Skinfaktor von -0.9 nötig, der eine geringe Auflockerung der unmittelbaren Bohrlochwand belegt. Der Speicherkoeffizient steht für gespannte Verhältnisse.

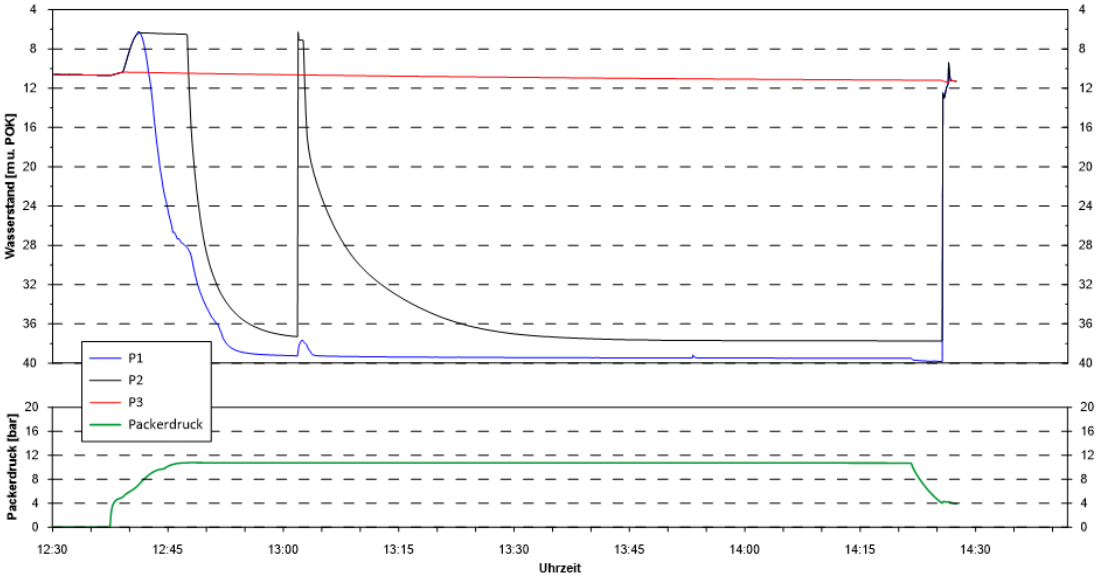
Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 06

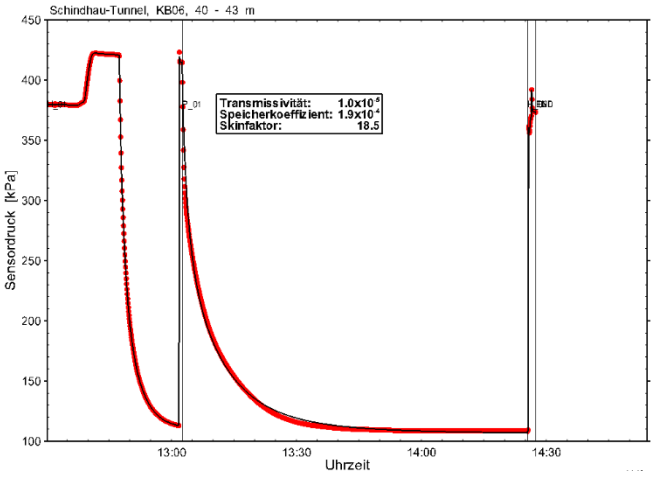
Testintervall: 40 – 43 m

VERSUCHSPROTOKOLL

Projekt:	Schindhautunnel	RWSP [m u. GOK]:	37.87 u. GOK
Ort:	Tübingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	KB06	Versuchstyp:	Pulsetest
Startdatum:	22.10.2020 12:30 Uhr	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	60 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Doppelpacker
Ausbaudurchmesser:	146 mm	Testintervall:	40 - 43 m
Versuchsende:	22.10.20209, 14:30 Uhr		

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik





In diesem Testintervall zeigte sich bereits nach dem Setzen und Abdichten Packers, dass das gewählte Intervall recht dicht sein würde. Nach dem Schließen des Testventils stellte sich das Formations-potential nach einer Wartezeit von15 Minuten bei ca. 37.5 m u. GOK ein. Die Fließphase wurde minimal kurz gehalten und sofort ein Pulsetest angeschlossen.

Aus dieser Pulse-Test-Sequenz errechnet nSights eine Transmissivität von

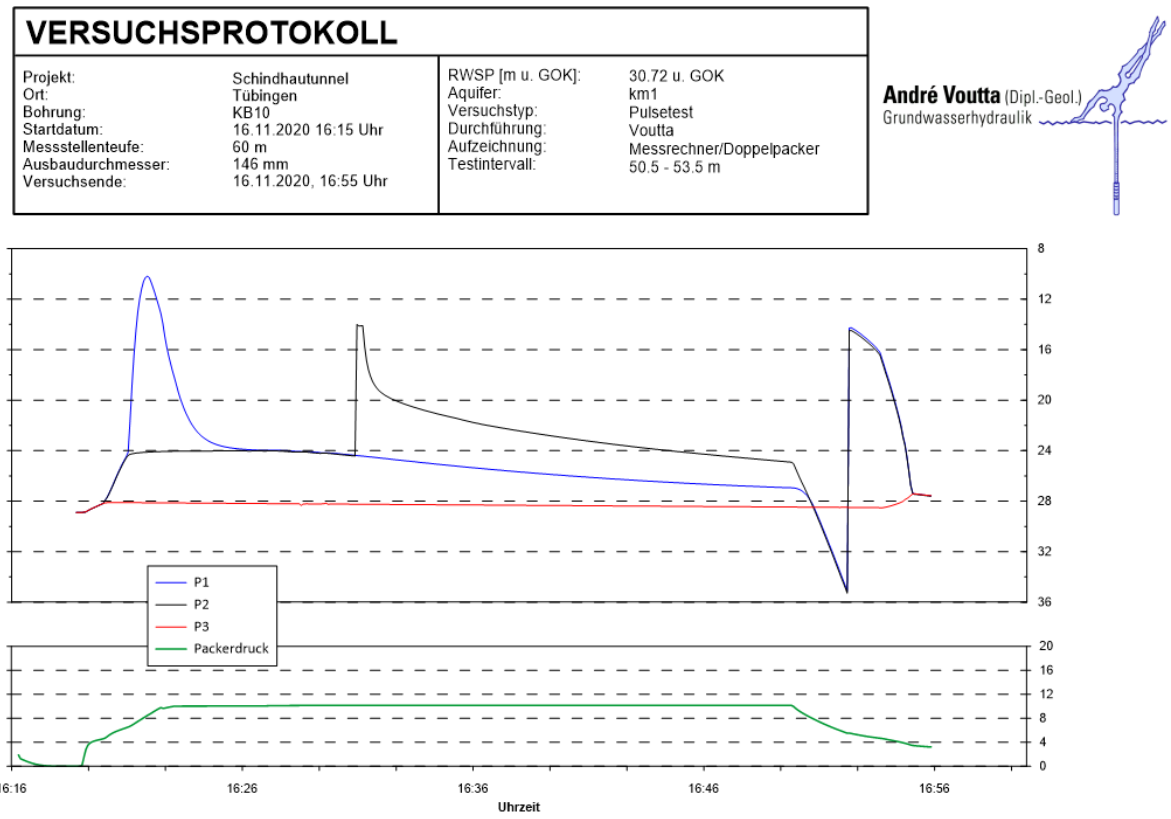
$$\mathbf{T = 1 \cdot 10^{-5}\ m^2/s}$$

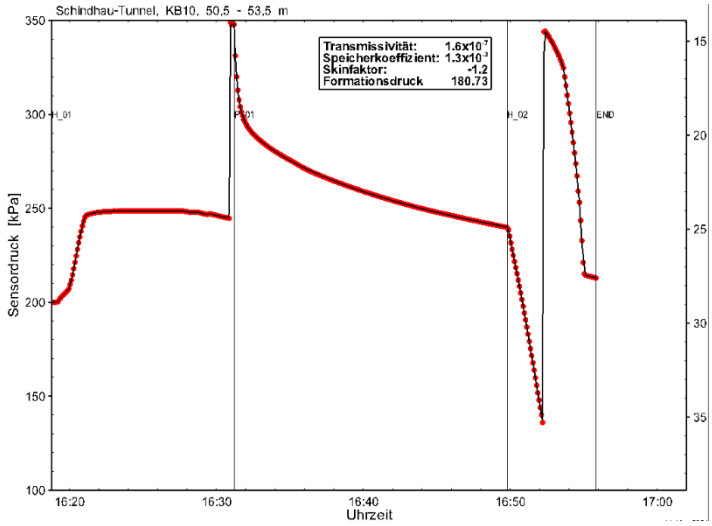
$$\mathbf{(bzw.\ k_F = 3.3 \cdot 10^{-6}\ m/s\ mit\ M = 3\ m)}$$

Für die Anpassung ist ein hoher Skinfaktor von 18.5 nötig, der dann wiederrum in eine ungewöhnlich hohe hydraulische Durchlässigkeit der Formation mündet. Die Simulation berechnet eine 3 mm starke Skinzone mit einem k_F-Wert von $8.8 \cdot 10^{-9}$ m/s. Der Speicherkoeffizient steht für gespannte Verhältnisse. Eine Berechnung ohne Skinfaktor führt einer Transmissivität von ca. $1 \cdot 10^{-6}$ m/s, allerdings bei einer (inakzeptabel) schlechten Anpassung.

Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 10

Testintervall: 50.5 – 53.5 m





Bemerkenswert ist der Umstand, dass in dieser Testsequenz die Drücke des unteren Ringraumes und des Testintervalls völlig synchron laufen und erst nach dem Auslösen der Fließ-Schließphase getrennt sind. Es könnte sich um eine gewisse Gebirgsumläufigkeit handeln, so dass die gefundene hydraulische Durchlässigkeit tendenziell noch geringer sein dürfte.

Aus dieser Pulse-Test-Sequenz errechnet nSights eine Transmissivität von

$$\mathbf{T = 1.6 \cdot 10^{-7}\ m^2/s}$$

$$\mathbf{(bzw.\ k_F = 5.3 \cdot 10^{-8}\ m/s\ mit\ M = 3\ m)}$$

Der Formationsruhedruck liegt bei ca. 31 m u. GOK.

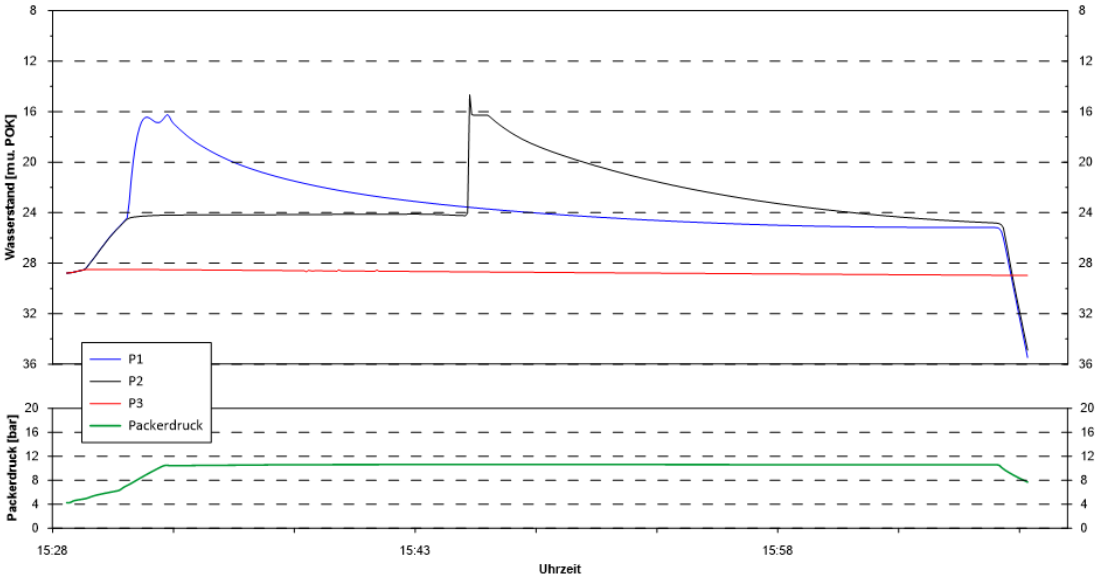
Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 10

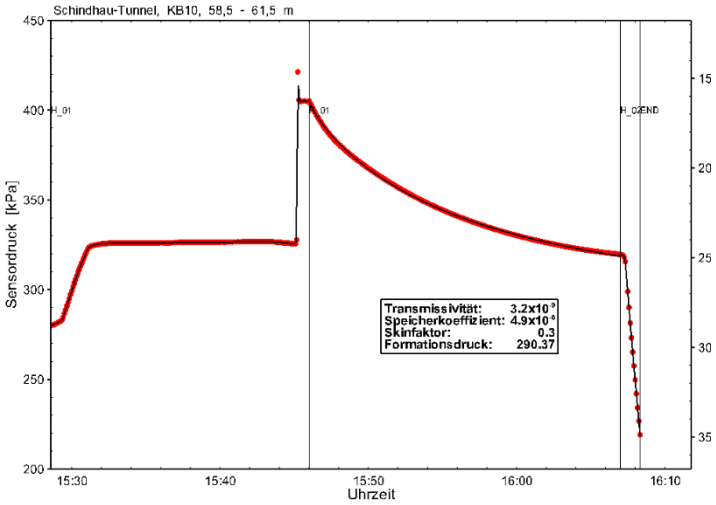
Testintervall: 58.5 – 61.5m

VERSUCHSPROTOKOLL

Projekt:	Schindhautunnel	RWSP [m u. GOK]:	27.74 u. GOK
Ort:	Tübingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	KB10	Versuchstyp:	Pulsetest
Startdatum:	16.11.2020 15:28 Uhr	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	75 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Doppelpacker
Ausbaudurchmesser:	146 mm	Testintervall:	58.5 - 61.5 m
Versuchsende:	16.11.2020, 16:10 Uhr		

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik





Nach dem Setzen des Packers stieg der Intervalldruck um ca. 0.4 bar bzw. 4 m an. Die Fließphase zeigte eine sehr geringe Druckerholung, weshalb nach wenigen Minuten eine Schließphase eingeleitet wurde. Aus dieser Pulse-Test-Sequenz errechnet nSights eine Transmissivität von

$$\mathbf{T = 3.2 \cdot 10^{-9}\ m^2/s}$$

$$\mathbf{(bzw.\ k_F = 1.1 \cdot 10^{-9}\ m/s\ mit\ M = 3\ m)}$$

Der Formationsruhedruck liegt bei ca. 27 m u. GOK.

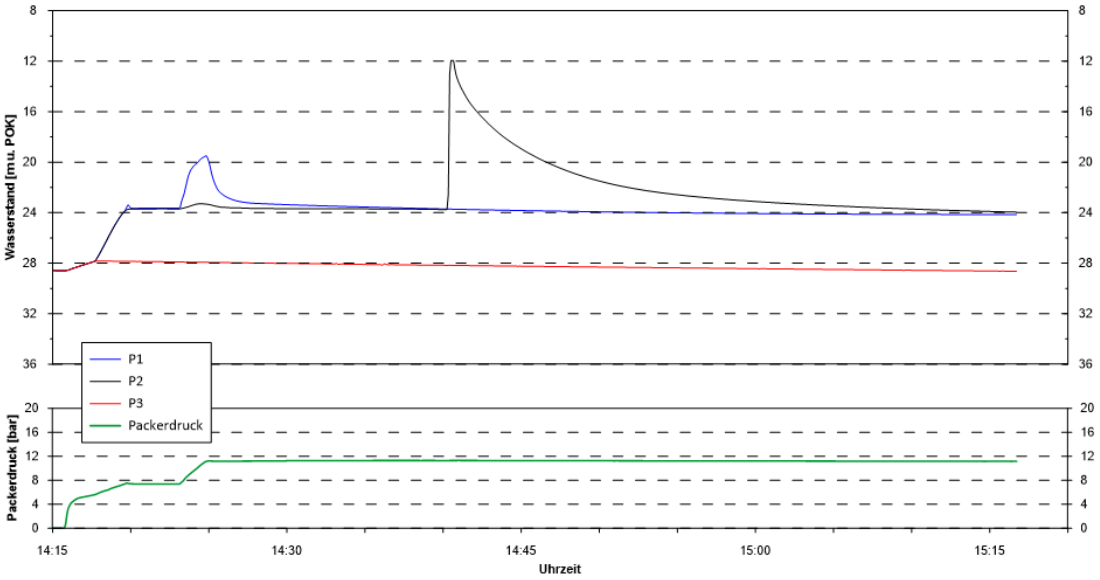
Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 10

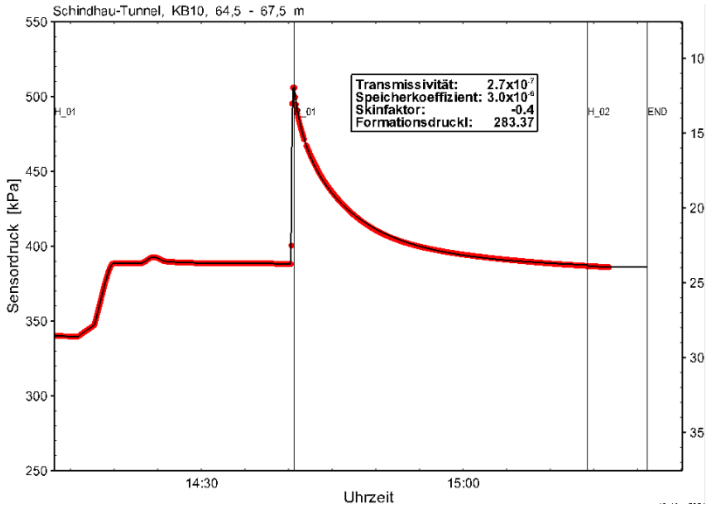
Testintervall: 61.5 – 64.5 m

VERSUCHSPROTOKOLL

Projekt:	Schindhautunnel	RWSP [m u. GOK]:	34.32 m u. GOK
Ort:	Tübingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	KB10	Versuchstyp:	Pulsetest
Startdatum:	16.11.2020 15:28 Uhr	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	75 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Doppelpacker
Ausbaudurchmesser:	146 mm	Testintervall:	64.5 - 67.5 m
Versuchsende:	16.11.2020, 16:10 Uhr		

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik





Der Pulsetest verlief ohne nennenswerte Besonderheiten. Aus dieser Pulse-Test-Sequenz errechnet nSights eine Transmissivität von

$$\mathbf{T = 2.7 \cdot 10^{-7}\ m^2/s}$$

(bzw. $k_F = 9 \cdot 10^{-8}$ m/s mit M = 3 m)

Derr Formationsruhedruck dieser Annäherung liegt überraschenderweise bei ca. 29 m u. GOK, deutlich geringer als die Drücke, die während des Tests herrschten.

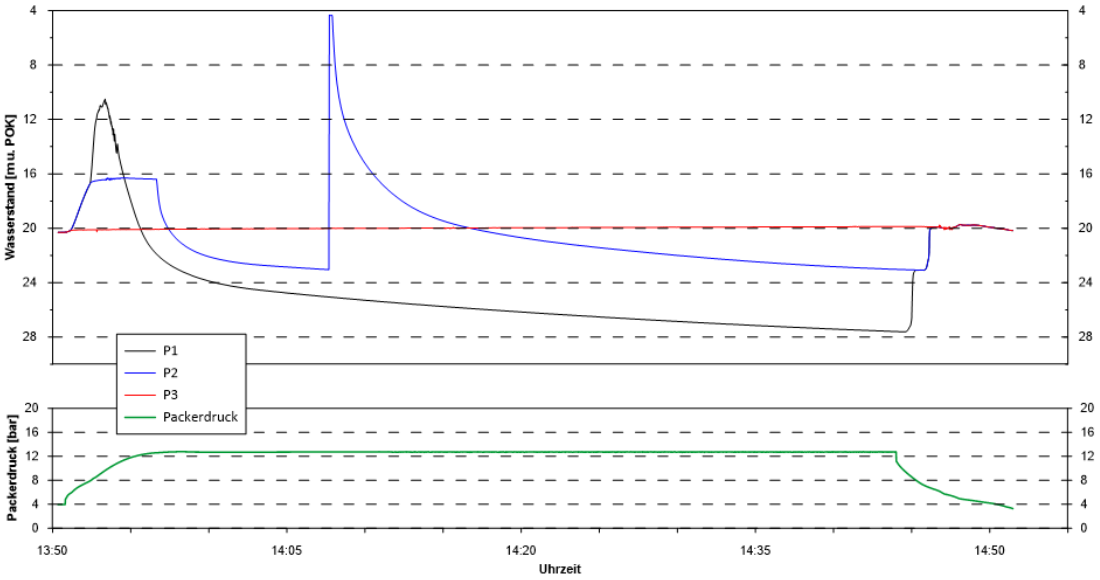
Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 14

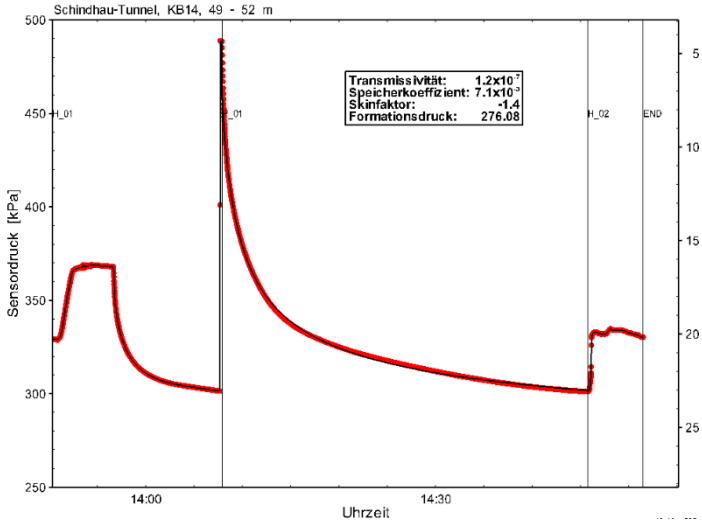
Testintervall: 49 – 52 m

VERSUCHSPROTOKOLL

Projekt:	Schindhautunnel	RWSP [m u. GOK]:	26.5 m u. GOK
Ort:	Tübingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	KB14	Versuchstyp:	Pulsetest
Startdatum:	8.12.2020	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	75 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Doppelpacker
Ausbaudurchmesser:	146 mm	Testintervall:	49 - 52 m
Versuchsende:	8.12.2020		

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik





Nach dem Setzen der Packer und dem Schließen des Ventils entwickeln sich alle drei Drücke völlig unbeeinflusst voneinander – ein sicheres Zeichen für dicht sitzende Packer. Nach einer Wartezeit zur Entwicklung hin Richtung Formationsruhedruck wurde ein Pulsetest mit einer initialen Druckerhöhung von knapp 20 m ausgelöst. Aus dieser Pulse-Test-Sequenz errechnet nSights eine Transmissivität von

$$\mathbf{T = 1.2 \cdot 10^{-7}\ m^2/s}$$

$$\mathbf{(bzw.\ k_F = 4 \cdot 10^{-8}\ m/s\ mit\ M = 3\ m)}$$

Derr Formationsruhedruck liegt bei ca. 25 m u. GOK. Für die Anpassung ist ein negativer Skin von -1.2 nötig.

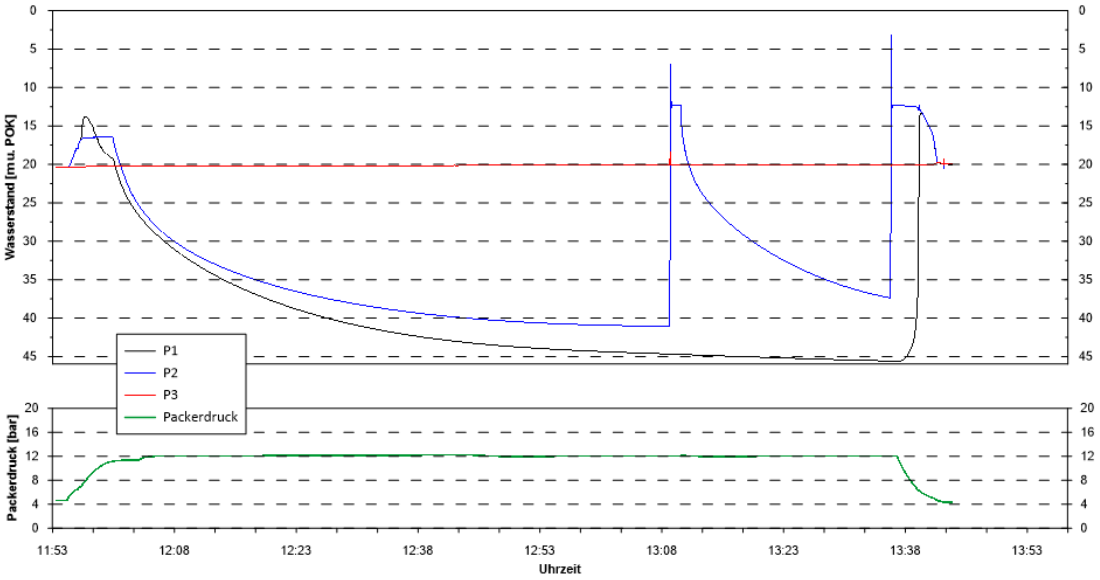
Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 14

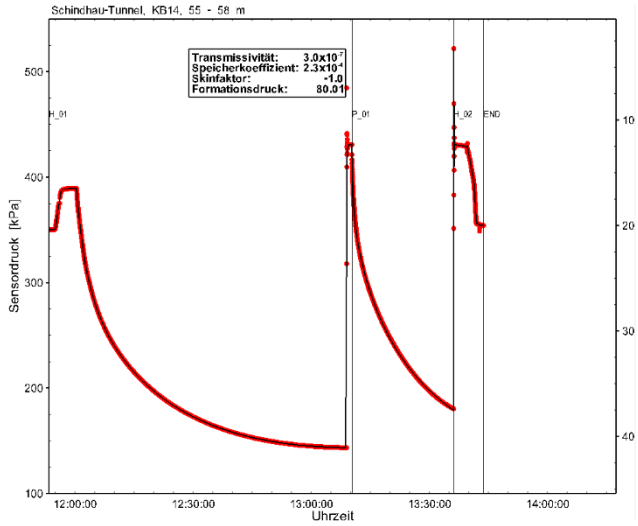
Testintervall: 55 – 58 m

VERSUCHSPROTOKOLL

Projekt:	Schindhautunnel	RWSP [m u. GOK]:	47.4 m u. GOK
Ort:	Tübingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	KB14	Versuchstyp:	Pulsetest
Startdatum:	8.12.2020	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	75 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Doppelpacker
Ausbaudurchmesser:	146 mm	Testintervall:	55 - 58 m
Versuchsende:	8.12.2020		

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik





Bei dieser Testsequenz wurde viel Zeit in die Einstellung des Formationsdruckes investiert und dagegen fiel die Zeitspanne für die Druckerholung nach dem Auslösen der Pulse-Sequenz etwas knapp aus. Aus dieser Pulse-Test-Sequenz errechnet nSights eine Transmissivität von

$$\mathbf{T = 3 \cdot 10^{-7}\ m^2/s}$$

$$\mathbf{(bzw.\ k_F = 1 \cdot 10^{-7}\ m/s\ mit\ M = 3\ m)}$$

Derr Formationsruhedruck liegt bei dieser Lösung etwas tief bei ca. 48 m u. GOK uind es ist ein negativer Skin von -1 nötig

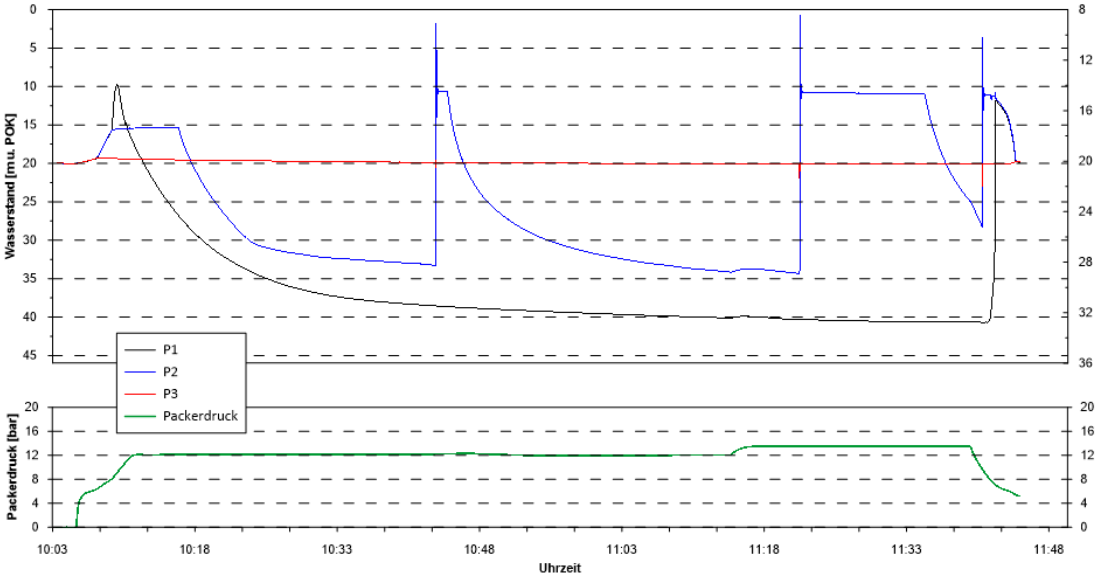
Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 04

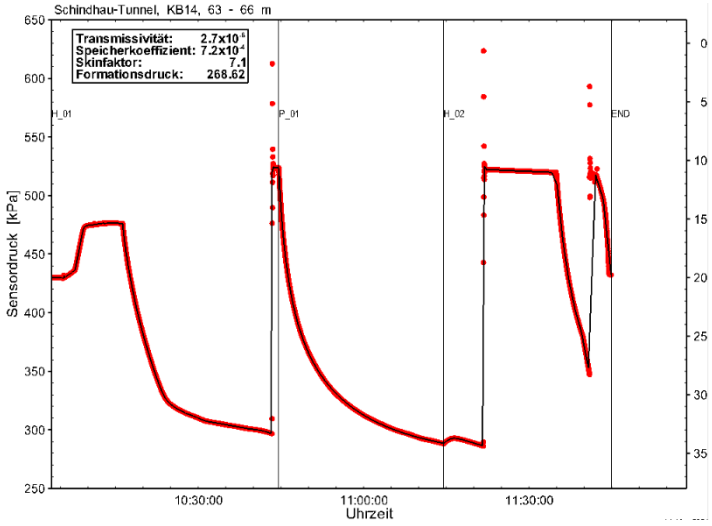
Testintervall: 63 – 66 m

VERSUCHSPROTOKOLL

Projekt:	Schindhautunnel	RWSP [m u. GOK]:	36.2 m u. GOK
Ort:	Tübingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	KB14	Versuchstyp:	Pulsetest
Startdatum:	8.12.2020	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	75 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Doppelpacker
Ausbaudurchmesser:	146 mm	Testintervall:	63 - 66 m
Versuchsende:	8.12.2020		

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik





Die Formationsdruckentwicklung verlief nicht ganz so homogen wie erwartet. Nach dem Auslösen des Druckimpulses wurde eine ca. zweiminütige Fließphase durchgeführt, aber dann auf eine Schließphase gewechselt, weil eine Druckerholung in der Fließphase deutlich zu lange gedauert hätte. Aus dieser Pulse-Test-Sequenz errechnet nSights eine Transmissivität von

$$\mathbf{T = 2.7 \cdot 10^{-5}\ m^2/s}$$

(bzw. $k_F = 9 \cdot 10^{-6}$ m/s mit M = 3 m)

Der Formationsruhedruck liegt bei ca. 35 m u. GOK und es ist ein Skinfaktor von 7 nötig.

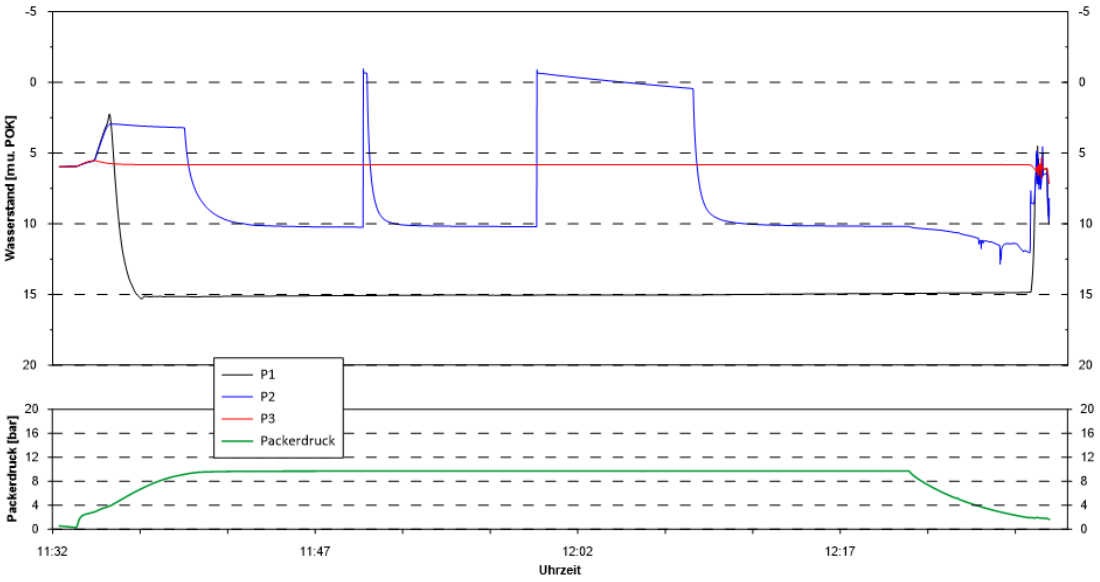
Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 16

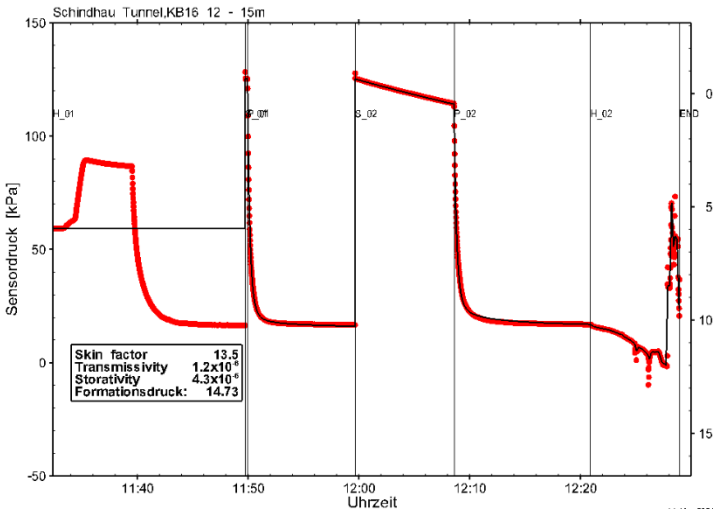
Testintervall: 12 – 15 m

VERSUCHSPROTOKOLL

Projekt:	Schindhautunnel	RWSP [m u. GOK]:	10.4 m u. GOK
Ort:	Tübingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	KB16	Versuchstyp:	Pulse-/DST-Test
Startdatum:	22.1.2021	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	55 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Doppelpacker
Ausbaudurchmesser:	146 mm	Testintervall:	12 - 15 m
Versuchsende:	22.1.2021		

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik





Weil die Pulse-Sequenz etwas kurz geraten war, wurde noch eine drill-stem-Testsequenz angehängt, die aus einer etwas längeren Fließphase und der abschließenden Schließphase bis zur Druckerholung bestand. Dabei wurde alle vier Testphasen von nSights angepasst. Die Simulationssoftware errechnet daraus eine Transmissivität von

$$\mathbf{T = 1.2 \cdot 10^{-6}\ m^2/s}$$

$$\mathbf{(bzw.\ k_F = 4 \cdot 10^{-7}\ m/s\ mit\ M = 3\ m)}$$

Der Formationsruhedruck liegt bei ca. 10.3 m u. GOK und es ist ein vergleichsweise hoher Skinfaktor von 13.5 nötig.

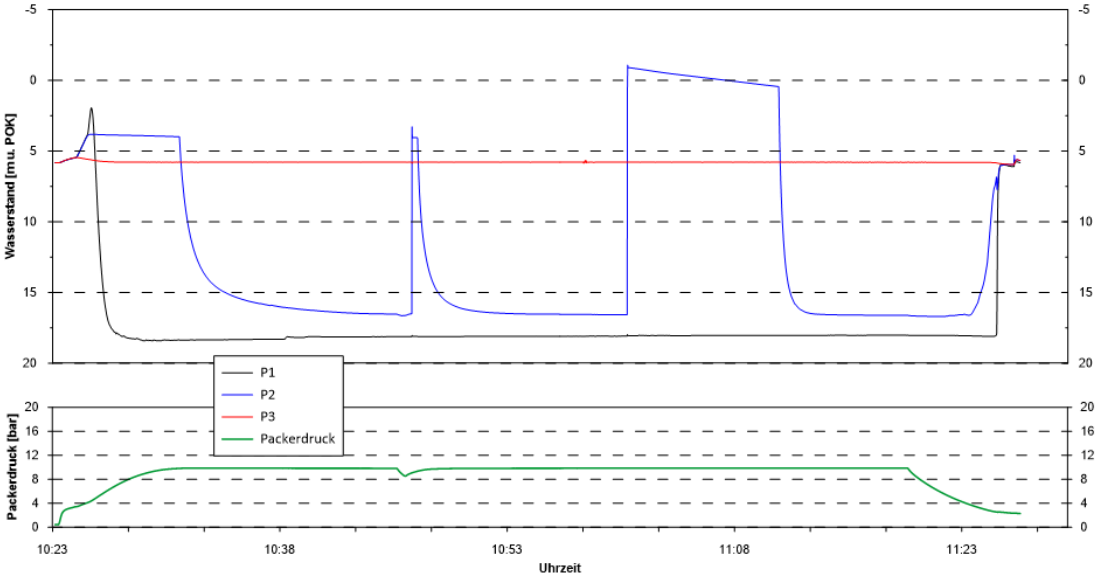
Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 16

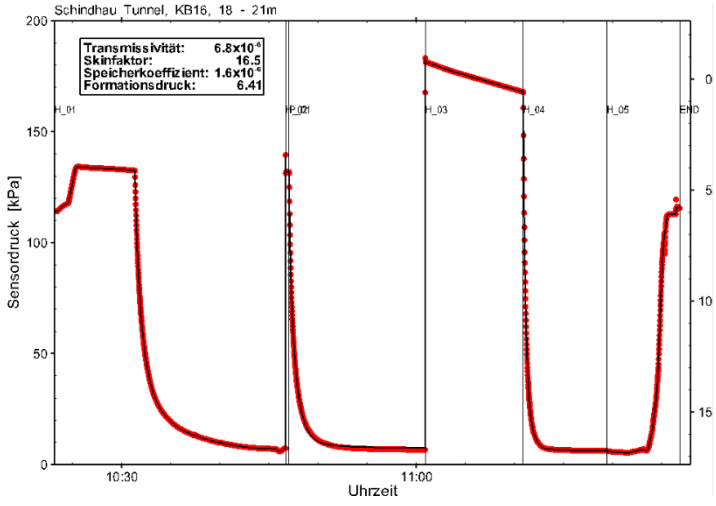
Testintervall: 18 – 21 m

VERSUCHSPROTOKOLL

Projekt:	Schindhautunnel	RWSP [m u. GOK]:	16.6 m u. GOK
Ort:	Tübingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	KB16	Versuchstyp:	Pulse-/DST-Test
Startdatum:	22.1.2021	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	55 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Doppelpacker
Ausbaudurchmesser:	146 mm	Testintervall:	18 - 21 m
Versuchsende:	22.1.2021		

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik





Die Auswertung der vier unterschiedlichen Testphase erbrachte deutliche Unterschiede in den verschiedenen Testsequenzen, so dass letztlich entschieden wurde, nur den ersten Puls auszuwerten bzw. zu werten. Aus dieser Pulse-Test-Sequenz errechnet nSights eine Transmissivität von

$$\mathbf{T = 6.8 \cdot 10^{-6}\ m^2/s}$$

$$\mathbf{(bzw.\ k_F = 2.2 \cdot 10^{-7}\ m/s\ mit\ M = 3\ m)}$$

Der Formationsruhedruck liegt bei ca. 17 m u. GOK, der Skinfaktor ist mit 16.5 hoch.

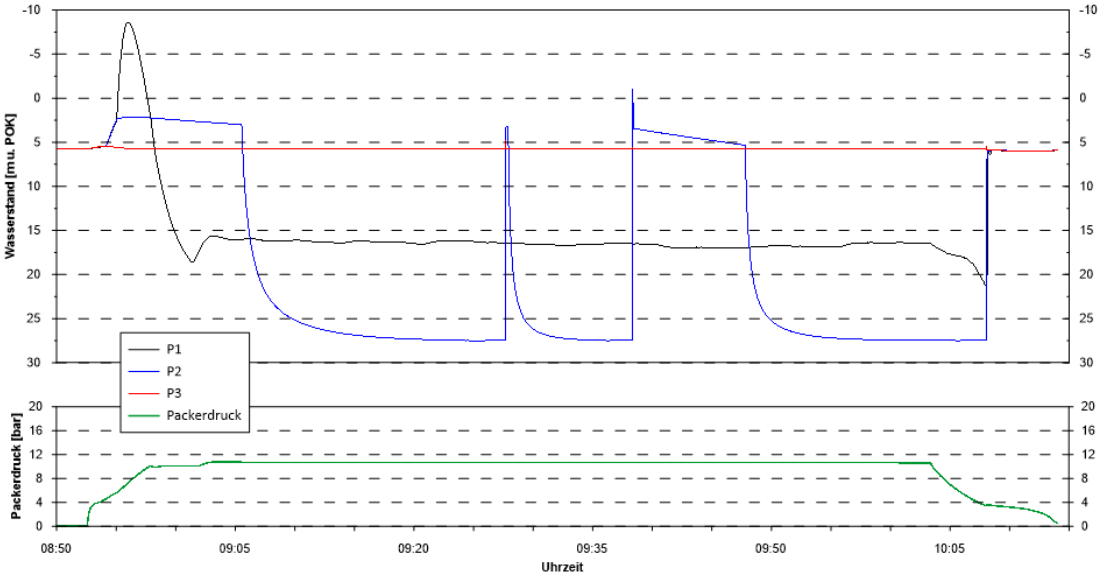
Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 16

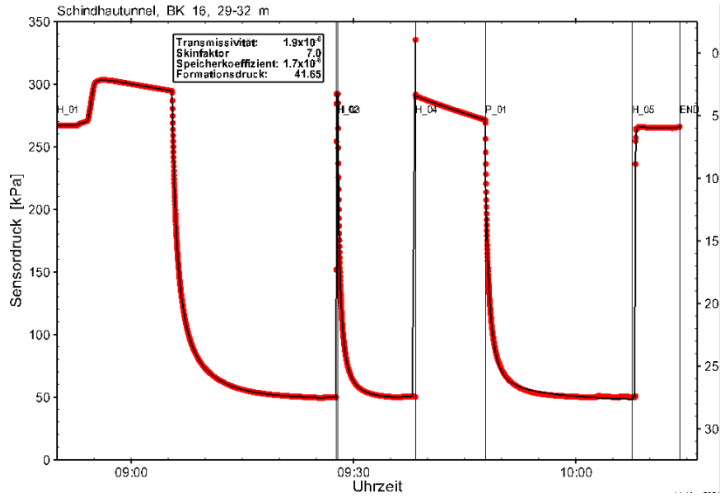
Testintervall: 29 – 32 m

VERSUCHSPROTOKOLL

Projekt:	Schindhautunnel	RWSP [m u. GOK]:	28.31 m u. GOK
Ort:	Tübingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	KB16	Versuchstyp:	Slug-/Pulsetest
Startdatum:	22.1.2021	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	55 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Doppelpacker
Ausbaudurchmesser:	146 mm	Testintervall:	29 - 32 m
Versuchsende:	22.1.2021		

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik





In dieser Versuchsabfolge konnten alle vier Testabschnitte angepasst werden. nSights berechnet eine Transmissivität von

$$\mathbf{T = 1.9 \cdot 10^{-6}\ m^2/s}$$

(bzw. $k_F = 6.3 \cdot 10^{-7}$ m/s mit M = 3 m)

Derr Formationsruhedruck liegt bei ca. 28 m u. GOK, der Skinfaktor ist mit 7 moderat hoch.

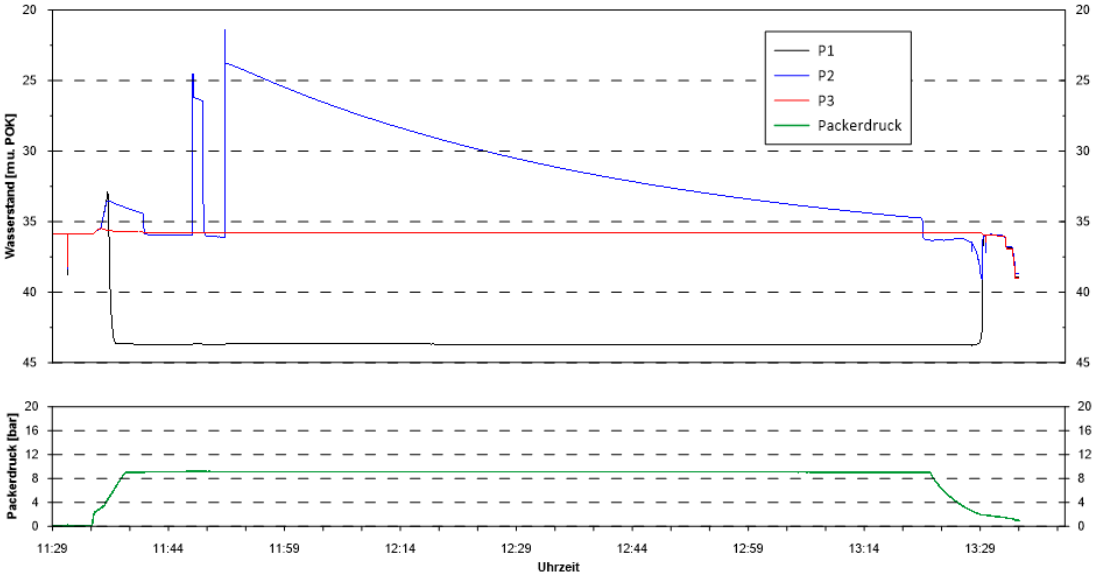
Schindhautunnel Tübingen, Bohrung KB 19

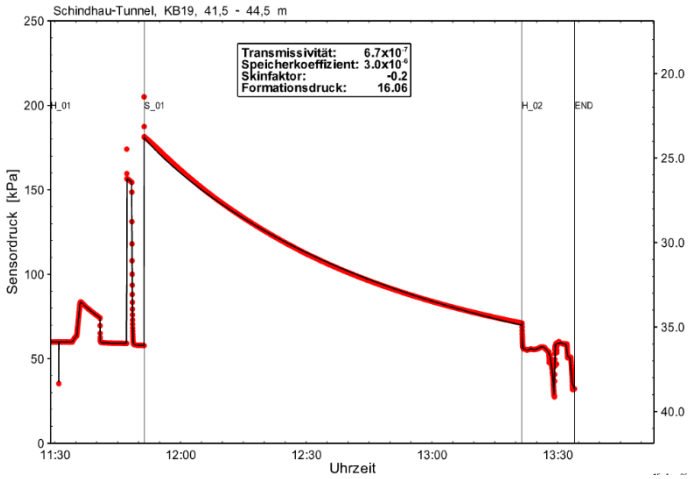
Testintervall: 41.5 – 44.5 m

VERSUCHSPROTOKOLL

Projekt:	Schindhautunnel	RWSP [m u. GOK]:	40.27 m u. GOK
Ort:	Tübingen	Aquifer:	km1
Bohrung:	KB19	Versuchstyp:	Slugtest
Startdatum:	17.12.2020	Durchführung:	Voutta
Messstellenteufe:	55 m	Aufzeichnung:	Messrechner/Doppelpacker
Ausbaudurchmesser:	146 mm	Testintervall:	41.5 - 43.4 m
Versuchsende:	17.12.2020		

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik





Die erste Pulsetestsequenz nach dem Setzen des Packers war viel zu kurz, so dass nach der schnellen Druckerholung ein Slugtest durchgeführt wurde. Aus dieser Slug-Test-Sequenz errechnet nSights eine Transmissivität von

$$\mathbf{T = 6.7 \cdot 10^{-7}\ m^2/s}$$

$$\mathbf{(bzw.\ k_F = 2.2 \cdot 10^{-8}\ m/s\ mit\ M = 3\ m)}$$

Derr Formationsruhedruck liegt bei ca. 40 m u. GOK.

Bläsibach



Bläsibach, Blickrichtung Südost (Bachaufwärts): trocken im Herbst 2020



Bläsibach, Blickrichtung Südost (Bachaufwärts): mit Wasserführung im März 2021



Bläsibach, Blickrichtung Nordwest: mit Wasserführung im März 2021

Bach am Hühneracker Kapf



Bach am Hühneracker Kapf; Unterlauf, Nähe B27. Blickrichtung Ost



Bach am Hühneracker Kapf / KB07/20 (Blickrichtung Nordost)



Bach am Hühneracker Kapf, oberhalb von KB07/20



Vernässungszone / Oberlauf des Bachs am Hühneracker Kapf, Nähe KB09/20



Vernässungszone im Stubensandstein-Waldgebiet, unterhalb KB10/20

Ramslache



Quellgebiet der Ramslache im Stubensandstein, westlich KB15/20, Blickrichtung West



Ramslache, oberhalb des Hochwasserrückhaltedamms



Blick vom Hochwasserschutzdamm der Ramslache in nordöstliche Richtung: im Vordergrund Einlaufbauwerk; im Hintergrund am Waldrand: kleine Stubensandstein-Aufschlüsse.



Unterlauf der Ramslache am Rand des Neckartals, nördlich der B28; Blickrichtung Ost

Blaulach



oberes Blaulachtal: Hochwasserrückhaltebauwerk (Blickrichtung: Nordost)



Mittleres Blaulach-Tal zwischen KB16 und KB18, Blickrichtung Westen: Im Vordergrund rechts ist ein kleiner Gesteinsaufschluss (Bunte Mergel) zu erkennen. In der Bachachse einzelne Moos-bewachsene Beton-Rohrelemente der ehemaligen Bach-Verrohrung.



Blaulach-Tal bei KB16/20; Blickrichtung Ost.



Blaulachtal, bei Brücke; Blickrichtung Nordwest.



unteres Blaulachtal, Blickrichtung Nord in Richtung französisches Viertel

Bach am Südrand des Burgholz-Hügels



Hochwasserrückhaltedamm des Bachs am Südrand des Burgholz-Hügels



Bach am Südrand des Burgholz-Hügels: Minimale Wasserführung im Herbst 2020

Vernässungszonen im Knollenmergel



Blick vom Forstweg nahe KB08 in das Gelände im Oberhang (Staunässe auf Restmächtigkeit des Knollenmergel).



Vernässungszone / aufgestauter Bereich auf der Hangseite des Forstweges

Kleiner See 500 m östlich der Tunneltrasse



Künstlich aufgestauter kleiner See, ca. 500 m östlich der Trasse; Blickrichtung Nord



Blickrichtung Süd