Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg	Regierungspräsidium Tübingen
Bundestraße B27 von NK 7619 068 n NK 7520 048 Stat. 0 570 bis NK 7520 006 n NK 7520 008 Stat. 2 189	
B 27, Bodelshausen (L 389) - Nehren (L 394)	
PROJIS-Nr.: 08 89 7050 00 00	

FESTSTELLUNGSENTWURF

UNTERLAGE 20.2

- Geologisch-hydrogeologisches Gutachten -

Aufgestellt: Regierungspräsidium Tübingen Abt. 4 Straßenwesen und Verkehr Ref. 44 Straßenplanung Tübingen, den 12.04.2019	

Smoltczyk & Partner

Dr.-Ing. Th. Rumpelt Dr.-Ing. B. Rilling Dipl.-Ing. H. Reichenbach Dr.-Ing. A. Lächler Dipl.-Geol. Dr. M. Brodbeck

Büro Stuttgart: Untere Waldplätze 14 70569 Stuttgart Telefon 0711 / 131 64 - 0
Büro Heilbronn: Lindenstraße 16 74232 Abstatt Telefon 07062 / 66 81 24
www.SmoltczykPartner.de post@SmoltczykPartner.de Fax 0711 / 131 64 - 64

S&P
Geotechnik
Hydrogeologie
Umwelttechnik

18-015 Bodelshausen-Nehren B27: Zweibahniger Ausbau
Geologisch-hydrogeologisches Gutachten

Auftraggeber	Regierungspräsidium Tübingen Referat 42 Konrad-Adenauer-Straße 20 72072 Tübingen Tel: 07071/757-3430 Fax: 07071/757-3190 Herr Dipl.-Ing. M. Schneck (D:-) E-Mail: Matthias.Schneck@rpt.bwl.de

Ort und Datum	Stuttgart, 12.04.2019
Verteiler	je 3fach an alle Beteiligten
Textseiten; Anlagen	31; 1.1 bis 4.5 (59 Blatt)
Vorgangsnr.; Zeichen	579160-01; Br/Bü

Projektleiter,
Bearbeiter Baugrund
und Hydrogeologie Dipl.-Geol. Dr. Martin Brodbeck (D:-14)

Beratender Geowissenschaftler BDG Berufsverband Deutscher Geowissenschaftler e.V. Dr. Martin Brodbeck

Smoltczyk & Partner GmbH

S&P Smoltczyk & Partner GmbH

Inhalt Seite

1 Bezug und Unterlagen 3

2 Lage und Streckenbeschreibung 6

3 Untersuchungsumfang 8

4 Baugrund 10

5 Grundwasser 12
5.1 Heilquellenschutzgebiet Bad Sebastiansweiler 12
5.2 Pumpversuche 13
5.3 Analysenergebnisse 15
5.4 Grundwasserstände 16

6 Bautechnische Folgerungen 20
6.1 Straße und Grundwasser 20
6.2 Heilquellenschutz 23
6.3 Grundwasserschutz im Heilquellenschutzgebiet 25
6.4 Einschnittsböschungen 26
6.5 Planum im Posidonienschiefer 27

7 Mitwirkung bei der weiteren Planung und Ausführung 28

Anlagen

Siehe Anlagenverzeichnis 30

1 Bezug und Unterlagen

Auftrag: Durch Ingenieurvertrag vom 06.03.18 wurden wir auf der Grundlage unseres Leistungs- und Honorarvorschlags vom 26.01.18 vom Regierungspräsidium Tübingen, vertreten durch Herrn Dipl.-Ing. K.-H. Weidle, beauftragt, für den zweibahnigen Ausbau der B27 zwischen Bodelshausen und Nehren im Vorfeld der Planfeststellung zunächst in einer ersten Stufe eine hydrogeologische Bewertung unter Berücksichtigung der vorhandenen Unterlagen und in einer zweiten Stufe darauf aufbauend eine Baugrund- und Grundwassererkundung zu planen, zu betreuen und durchzuführen sowie ein geologisch-hydrogeologisches Gutachten zu erstellen.

Im Zuge der Planung fand am 12.01.17 eine Besprechung mit der Unteren Wasserbehörde im Landratsamt Tübingen statt. Nach dem uns vorliegenden Protokoll vom 16.01.17 ergaben sich dabei für die zu durchfahrenden Abschnitte im Heilquellenschutzgebiet Bad Sebastiansweiler, im Einschnitt zwischen Bau-km 2+650 und Bau-km 2+900 nordwestlich Mössingen-Bästenhardt und dem tiefen Einschnitt am Endelberg Fragen hinsichtlich der baulichen Eingriffe in das Grundwasser (bauzeitlich, dauerhaft) und den damit ggf. verbundenen Auswirkungen auf das Grundwasser (quantitativ, qualitativ). Darüber hinaus sind die ggf. erforderlichen Grundwasser-Schutzmaßnahmen zu beschreiben.

In unserer Stellungnahme vom 21.03.18 haben wir zunächst eine erste geologisch-hydrogeologische Bewertung für das Heilquellenschutzgebiet und den tiefen Einschnitt am Endelberg auf Grundlage der vorhandenen Unterlagen vorgenommen. In einer weiteren Stellungnahme vom 31.07.18 teilten wir Ihnen die ersten Ergebnisse der aktuellen Erkundung und die daraus sich ergebenden Folgerungen und Empfehlungen mit. Mit E-Mail vom 15.11.18 haben wir den Planungsstand 09.11.18 aus geologisch-hydrogeologischer Sicht bewertet.

Das nun vorliegende Gutachten beschreibt die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse in den genannten Bereichen und bewertet die vorliegende, aktuelle Planung aus wasserwirtschaftlicher Sicht sowie die bautechnisch zu ergreifenden Schutzmaßnahmen.

An **Unterlagen** wurden uns vom Regierungspräsidium Tübingen, Abteilung Straßenwesen und Verkehr, folgende relevanten Planunterlagen zur Verfügung gestellt:

- Vorentwurf, Stand Dez. 2013, mit
  - Höhenpläne (M 1:2 500/1:250), U6, Blätter 1.1 und 1.2, Blätter 2.1 und 2.2, Blätter 3.1 und 3.2;
- Vorentwurf und Planfeststellung, Stand Mai 2017, mit
  - Übersichtslageplan gewählte Linie (M 1:10 000),
  - Übersichtslagepläne mit Baufeldgrenzen (M 1:2 500), Blätter 3.3.1 bis 3.3.3,
- Planfeststellung, Vorabzug, Stand Feb. 2018
  - Lagepläne (M 1:1 000), Blätter 5.1 bis 5.11;
- Planfeststellung, Vorabzug, Stand Dez. 2017/Jan. 2018, mit
  - Lagepläne (M 1:1 000), Blätter 5.1 bis 5.8,
  - Ausgewählte Profile (M 1:200), Stat. 1+300 bis 1+600, Stat. 1+800 bis 2+300, Stat. 2+400 bis 2+600 und Stat. 5+300 bis 5+600;
- RE-Entwurf, Stand Jan./Feb. 2018, mit
  - Ausgewählte Profile (M 1:200), Stat. 0+700 bis 0+900, Stat. 1+000 bis 1+200, Stat. 1+300 bis 1+600, Stat. 2+400, Stat. 4+300 und Stat. 5+400;
- E-Mail vom 09.11.2018 mit Angaben zur geplanten Änderung der Gradiente durch den Straßenplaner;
- Aktualisierte Pläne, Stand 22.03.2019, mit
  - Lageplan (M 1:2 500), Planfeststellung, Unterlage 3, Blatt Nr. 1, "In Bearbeitung";
  - Ausgewählte Profile (M 1:200), Achse 100, Stat. 0+700 bis 0+900, Stat. 0+800 bis 1+100 und Stat. 1+200 bis 1+900.

sowie

- Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung für Strecke, Einschnitte und Dämme: B27-Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, Ingenieurgesellschaft Dr. Spang GmbH, NL Esslingen, 28.03.2011 (auszugsweise);
- Orientierende Untersuchung zu möglichen Bodenverunreinigungen der beiden Flächen "Oberwasser, Ofterdingen" und "Vordere Halde II, Mössingen": B27-Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, Ingenieurgesellschaft Dr. Spang GmbH, NL Esslingen, 08.03.2010;
- Geologisches Gutachten Az. 2312.01/95-4764 zur Variantenuntersuchung der B27 zwischen Nehren und Bodelshausen, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg, September 1995;
- Geologisches Gutachten Az. II/3-1375/80 zum Ausbau der B27 zwischen Tübingen und Hechingen, hier: Führung in den Abschnitten Nehren – Bodelshausen und Bodelshausen – Hechingen, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg, 27.07.1980;
- Rechtsverordnung des Landratsamts Tübingen zum Schutz der als Heilquellen staatlich anerkannten Schwefelquellen des Schwefelbads Bad Sebastiansweiler GmbH, Tübingen, 18.01.1990;
- Aktenvermerk zum Ergebnis einer Besprechung vom 24.07.12 zu Fragen zum Baugrund, Dipl.-Ing. Kurt Langenbach GmbH;
- Protokoll zur Besprechung mit der Unteren Wasserbehörde im Landratsamt am 12.01.2017, Regierungspräsidium Tübingen, 16.01.17.

Vom Ingenieurbüro Dipl.-Ing. K. Langenbach GmbH, Sigmaringen, erhielten wir am 19.09.18 per E-Mail

- Ausgewählte Profile (M 1:200) Stat. 0+900 bis 2+400, alle 100 m, Stand 19.09.18.

Außerdem standen uns zur Verfügung:

- Blatt 7520 Mössingen der Geologischen Karte (M 1:25 000) von Baden-Württemberg mit Erläuterungen, Stuttgart 1980;

- Blatt 7620 Jungingen der Geologischen Karte (M 1:25 000) von Baden-Württemberg mit Erläuterungen, Stuttgart 1975;
- Zeitungsartikel "Das künftige Heilquellenschutzgebiet in Bad Sebastiansweiler: Weniger Dung und mehr Kontrolle", Schw. Tagblatt, 29.11.89;
- Heilbäder und Heilquellenkurbetriebe: Bad Sebastiansweiler, Deutsches Bäderbuch, Stuttgart, 2008.

2 Lage und Streckenbeschreibung

Der Baubeginn (Bau-km 0+000) liegt östlich von Bodelshausen am Übergang zur bereits zweibahnig ausgebauten B27 aus Richtung Balingen und endet bei Bau-km 6+911,5 westlich von Nehren (Anlage 1.1). Nach der naturräumlichen Gliederung gehört das Untersuchungsgebiet zum Schwäbischen Keuper-Lias-Land des Mittleren Albvorlands.

Baumaßnahme: Zwischen dem Baubeginn bei Bau-km 0+000 und etwa Bau-km 2+800 und zwischen etwa Bau-km 6+650 und dem Bauende erfolgt der Ausbau im Bestand, zwischen etwa Bau-km 2+800 und etwa Bau-km 6+650 verlässt die neue B27 die Bestandstrasse und umfährt die Teilgemeinde Ofterdingen östlich der Bebauung (Anlage 1.1). Nach den vorliegenden Planungsunterlagen (RE-Entwurf) zur Planfeststellung sind – bezogen auf die Gradiente – Dammbauwerke bis ca. 12 m Höhe, bis zu ca. 15 m tiefe Einschnitte und zahlreiche Kunstbauwerke (Brücken, Regenrückhaltebecken) geplant.
Zwischen dem Baubeginn und etwa Bau-km 1+780 quert die Trasse die Zone III des mit Rechtsverordnung vom 18.01.90 des Landratsamtes Tübingen festgesetzten Heilquellenschutzgebiets für die Schwefelquellen von Bad Sebastiansweiler (Anlage 1.2). Nach der aktuellen Planung verläuft die Gradiente der Straße im Heilquellenschutzgebiet überwiegend in Dammlage und Geländegleichlage. Lediglich zwischen etwa Bau-km 1+200 und 1+300 sowie zwischen etwa Bau-km 1+600 und 1+900 außerhalb des

Schutzgebiets auf Höhe der Kurklinik wird geringfügig in den Untergrund eingegriffen. Die maximalen Einschnittstiefen bis Planum betragen bis zu rund 1,7 m bei Bau-km 1+200 bzw. bis zu rund 3,3 m bei Bau-km 1+700 unter Bestandsgelände. Bei Bau-km 0+445 sind eine neue Unterführung für Wildtiere und den Hungergraben (BW 1) und bei Bau-km 0+670 bis 0+720 eine Grünbrücke mit zweizelligem Rechteckquerschnitt (BW 2) vorgesehen. Bei etwa Bau-km 0+800 bis Bau-km 1+200 ist beidseitig der Straße jeweils eine PWC-Anlage in Geländegleich- bis Dammlage geplant. Zwischen etwa Bau-km 1+600 und 1+800 wird eine neue Anschlussstelle an die K6933 nach Mössingen mit einem Anschlussbauwerk (BW 3), das bereits knapp außerhalb des Schutzgebiets liegt, gebaut. Dafür wird die K6933 auf einer Länge von 500 m in der Zone III des Heilquellenschutzgebiets in Dammlage neu trassiert. Darüber hinaus sind im gesamten Abschnitt bis zu 5 m hohe Lärm- und Irritationsschutzwände geplant.

Im Abschnitt zwischen etwa Bau-km 2+650 und 2+900 nordwestlich Mössingen-Bästenhardt verläuft die Straße in Einschnittslage (Anlage 1.3). Die Einschnittstiefe beträgt dort bis zu rund 12 m.

Ab etwa Bau-km 4+900 bis Bau-km 5+700 verläuft die neue Straße entlang des Endelbergs in bis zu rund 15 m tiefer Einschnittslage (Anlage 1.4). Für die geplanten Böschungsneigungen liegen bislang unterschiedliche Varianten vor:

- durchgehende Regelneigung von 1:1,5 (34°),
- im Niveau der Überdeckung Neigung 1:2,0 (27°) und darunter im Festgestein Regelneigung 1:1,5 (34°),
- im Niveau der Überdeckung Neigung 1:2,0 (27°) und darunter im Festgestein Neigung 1:1,0 (45°), z. T. von Bermen unterbrochen,
- oben Neigung 1:2,0 (27°), unten maximal bis 7 m Höhe Regelneigung 1:1,5 (34°), von einer Berme unterbrochen.

3 Untersuchungsumfang

Die bislang vorliegenden Gutachten (vgl. Abschnitt 1) des Geologischen Landesamts B.-W. und des Ingenieurbüros Dr. Spang, NL Esslingen, waren im Hinblick auf die wasserwirtschaftliche Bewertung der Trasse im Bereich des Heilquellenschutzgebiets und des Endelbergs nicht ausreichend. Es wurden deshalb zusätzliche Untersuchungen erforderlich.

In diesem Zusammenhang wurde am 03.04.18 beim Landratsamt Tübingen, Abteilung Umwelt und Gewerbe, gemäß § 43 des Wassergesetzes von Baden-Württemberg ein Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis für Bohrarbeiten eingereicht. Die vom Amt mit Stellungnahme vom 22.05.18 erteilten Auflagen wurden bei der Erkundung berücksichtigt.

Für die neue ergänzende Erkundung wurden, entsprechend dem von uns ausgearbeiteten Erkundungskonzept, von der Bohrfirma Terrasond GmbH, Günzburg, vom 26.06. bis 16.07.18 unter unserer fachtechnischen Aufsicht

6 Kernbohrungen (BK 1-18 bis BK 5-18 und B 4-neu)) nach DIN EN ISO 22 475, Tabelle 2, Zeile 7, im Fels Zeile 2, mit insgesamt

86,3 Bohrmetern

niedergebracht.

Alle Bohrungen wurden im Schwarzjura (Lias) als 5"-Grundwasser-Messstelle DN 125 ausgebaut. Der Messstellen-Ausbau ist in Anlage 2.1 dargestellt.

Die 1980 im Auftrag des Geologischen Landesamts erstellte Grundwassermessstelle B 4 war wegen einem Anfahrschaden nicht mehr messbar und musste deshalb mittels Zement-Bentonit-Suspension fachgerecht verfüllt werden. Unmittelbar daneben wurde sie durch eine neue Grundwassermessstelle mit vergleichbarer Tiefe und Ausbau ersetzt (B 4-neu).

Entsprechend einer Luftbildauswertung des Kampfmittelbeseitigungsdienstes (KMBD) aus dem Jahr 2009 war im Baufeld nicht mit Kampfmittelaltlasten zu rechnen, so dass eine diesbezügliche Sondierung im Vorfeld der Arbeiten nicht erforderlich war.

Die neuen Erkundungspunkte und Grundwassermessstellen sowie die im Jahr 1980 gebauten und noch auffindbaren Grundwassermessstellen des Geologischen Landesamts wurden vom Ingenieurbüro Dipl.-Ing. K. Langenbach GmbH nach Lage und Höhe genau eingemessen. Sie sind zusammen mit den im Jahr 2010 (Ingenieurbüro Dr. Spang) durchgeführten Kernbohrungen lagerichtig in den Anlagen 1.2 bis 1.4 eingezeichnet.

Die Böden und Festgesteine der aktuellen Bohrungen wurden durch **S&P** visuell und durch manuelle Feldversuche nach DIN EN ISO 14 688 und DIN EN ISO 14 689-1 angesprochen und ingenieurgeologisch aufgenommen.

Die Schichtenfolgen der Bohrungen in 2018 sind in Anlehnung an DIN 4023 in Anlage 2 dargestellt und beschrieben sowie in drei geologischen Querschnitten eingearbeitet (Anlagen 3).

Die Signaturen, Zeichen und Bezeichnungen in den Anlagen 2 und 3 sind in Anlage 2.1 erläutert.

In weiteren Anlagen sind die relevanten Fremdbohrungen des Geologischen Landesamts und des Büros Dr. Spang beigelegt.

Die Schichtenverzeichnisse der Kernbohrungen 2018, die Bohrkernfotos und die Ausbauprotokolle, die von der Bohrfirma erstellt wurden, befinden sich in unseren Unterlagen.

In den Bohrungen in 2018 wurde mit Ausnahme in der BK 2-18 (GWM) überwiegend Festgestein erbohrt. Der Bohrung wurden insgesamt

7 Bodenproben der Güteklasse 3 nach DIN EN 1997-2, Tab. 3.1 und DIN EN ISO 22 475

entnommen.
Die Proben aus der Bohrung werden nach Abgabe des Geotechnischen Berichts drei Monate lang aufbewahrt und danach, sofern sie der Auftraggeber nicht anfordert oder eine längere Einlagerung vereinbart, ohne Ankündigung entsorgt.
Bodenmechanische Versuche wurden keine durchgeführt.

Die Bewertung der **Schadstoff-Situation** war nicht Gegenstand der Untersuchungen.

In den Grundwassermessstellen BK 1-18 und BK 5-18 wurden am 20.07.18 bzw. 02.08.18 jeweils **Pumpversuche** durchgeführt. Die Versuche und die Ergebnisse sind in Anlage 4.1 dargestellt und in Abschnitt 5.2 beschrieben. Jeweils am Ende der beiden Pumpversuche wurden **Wasserproben** aus den Messstellen entnommen und analysiert, siehe Abschnitt 5.3 und Anlage 4.2.

4 Baugrund

Die nachfolgende Beschreibung beschränkt sich auf den Streckenabschnitt im Heilquellenschutzgebiet sowie die Einschnitte bei Mössingen-Bästenhardt und am Endelberg und beruht auf den oben genannten Unterlagen und ergänzenden Untersuchungen.

Der Baugrund besteht im natürlichen Gelände von oben nach unten oberflächennah aus geringmächtigen quartären Deckschichten wie Talablagerungen (Auelehm, Auesand, Auekies) sowie Hang- und Verwitterungslehm. Darunter folgen die Festgesteinsschichten des Opalinustons (al1, Dogger, Braunjura alpha) und des Unteren Juras (Lias, Schwarzjura). Der Opalinuston ist eine bei Mössingen etwa 100 m mächtige, petrografisch eintönige Serie vorwiegend toniger Schichten, die unten aus dunkelgrauem, oft schiefrigem Tonstein und Tonmergelstein mit feinverteiltem und in Konkretionen auftretendem Schwefelkies (Pyrit) bestehen. Nach oben nehmen der Sandgehalt, die Glimmerführung und der Kalkgehalt zu. Bei beginnender Verwitte-

rung zeigt das Gestein rostbraune Färbung; das Gestein neigt dann zu Rutschungen.
Die Grenze zum liegenden Unteren Jura ist undeutlich; der Untere Jura setzt mit den Schichten der Jurensismergel (tc2, Ober-Toarcium, Schwarzjura zeta) ein. Die nur wenige Meter mächtige Schicht besteht im frischen Zustand aus grauem, schiefrigem Mergelstein, der durch Verwitterung rasch in einen zähen Tonmergel übergeht. Eingeschaltet sind mehrere helle, unregelmäßig knollig zerfallende Kalksteinlagen, die zu dem Namen "Kalkknauer-Schichten" geführt haben.
Darunter stehen die für die nachfolgende Bewertung maßgebenden Schichten des Posidonienschiefers (tc1, Unter-Toarcium, Schwarzjura epsilon) an. Der Posidonienschiefer besteht überwiegend aus schwarzgrauem, schiefrigem, bituminösem Tonmergelstein ("Ölschiefer") mit eingeschalteten einzelnen härteren, ebenfalls bituminösen Mergelkalksteinbänken ("Stinkkalkbänke"). Der Gehalt an organischem Kohlenstoff kann über 9 % betragen. Das Gestein enthält zudem reichlich Schwefelkies (Pyrit), sowohl feinverteilt als auch konkretionär. Die Gesamtmächtigkeit beträgt etwa 10 m bis 12 m.
Unter dem Posidonienschiefer folgt der Amaltheenton (pb2, Ober-Pliensbachium, Schwarzjura delta), eine eintönige Tonsteinserie, die von einzelnen, geringmächtigen Kalkmergelsteinbänken eingerahmt wird. Der dunkelgraue bis blaugraue, z. T. schiefrige Tonstein enthält viele Pyritkonkretionen und hellgraue Kalkmergelkonkretionen. Der Tonstein ist stark witterungsempfindlich und geht an der Geländeoberfläche rasch in einen fetten Ton über. Die Mächtigkeit schwankt stark und liegt im Untersuchungsgebiet bei rund 15 m.

Den Abschluss der relevanten Schichten bildet der Numismalismergel (pb1, Unter-Pliensbachium, Schwarzjura gamma), der aus einer etwa 8 m bis 10 m mächtigen Folge aus grauem Mergel- und Kalkmergelstein besteht, in die mehrere harte, hellgraue, bis zu 0,8 m mächtige Kalksteinbänke einschaltet sind. Die Grenze zum Amaltheenton bildet eine mar-

kante, sehr harte, 0,25 m bis 0,30 m mächtige Kalksteinbank ("*davoei*-Bank").

5 Grundwasser

Neben den gering ergiebigen und wasserwirtschaftlich unbedeutenden Grundwasservorkommen in den stärker durchlässigen Schichten der Talablagerungen (Porengrundwasserleiter) treten in den stärker geklüfteten, kalkigen Bänken des Unteren Juras sehr geringe Schichtwasserführungen auf (Kluftgrundwasserleiter). Lediglich im Posidonienschiefer (Schwarzjura epsilon, Toarcium 1) sind ergiebigere Grundwasservorkommen zu erwarten. Im Bereich der Tannbachniederung südöstlich der B27 bei Bad Sebastiansweiler werden die mit Schwefelverbindungen angereicherten Wässer aus dem nach Süden abtauchenden Posidonienschiefer zum Austreten gezwungen, weil sie vom überlagernden, praktisch nicht durchlässigen Opalinuston zurückgestaut werden (s. Abschnitt 5.2).

5.1 Heilquellenschutzgebiet Bad Sebastiansweiler

Im Streckenabschnitt Bau-km 0+000 bis etwa Bau-km 1+780 wird die Zone III des Heilquellenschutzgebiets durchfahren.

Die im Tannbachtal austretenden Schwefelwässer werden für medizinische Zwecke von der Bad Sebastiansweiler GmbH genutzt. Gemäß den Unterlagen des Geologischen Landesamts wird das Bad aus zwei Brunnengruppen versorgt, die etwa 430 m (Butzenbad) bzw. etwa 480 m (Hungergraben 3) südöstlich der B27 liegen (Anlage 1.2). Die Fassung Butzenbad besteht aus einem etwa 10 m tiefen Brunnenschacht (Butzenbadquelle) und einem 17 m tiefen Bohrbrunnen (Butzenbadquelle-Tiefbohrung) dicht nebeneinander. Die Fassung Hungergraben besteht aus zwei nebeneinanderliegenden, bis 8,6 m tiefen Brunnenschächten. Die Fassungen reagieren bekannter Weise sehr rasch auf Nie-

derschläge. Daher schwankt die Grundwasseroberfläche je nach Witterung um mehrere Meter. In der Umgebung der Brunnen treten an verschiedenen Stellen geringe Mengen von Schwefelwasser ungefasst zu Tage. Die gefassten Schwefelwässer werden in Rohrleitungen zur Klinik gepumpt.

Das Einzugsgebiet der Brunnen und Quellen, die alle aus dem Posidonienschiefer gespeist werden, erstreckt sich auf die nach Nordwesten sanft ansteigende Verebnung beiderseits der B27, wo der Posidonienschiefer ausstreicht oder nur von den geringmächtigen Schichten der Jurensismergel bedeckt wird. Infolge der Oberflächennähe gilt das System der Schwefelwässer hydrologisch und hydrochemisch als sehr empfindlich.

5.2 Pumpversuche

Am 20.07.18 wurde in der Grundwassermessstelle BK 1-18 und am 02.08.18 in der Messstelle BK 5-18 jeweils ein 6-stündiger Pumpversuch unter Mitbeobachtung des Wasserspiegels in der jeweils benachbarten Messstelle durchgeführt. Der Wasserspiegelverlauf wurde in den getesteten Messstellen mit Drucksonde und Datenlogger aufgezeichnet (Anlagen 4.1).

Pumpversuch BK 1-18: Der Pumpversuch in der Messstelle BK 1-18 mit Ausbau im Posidonienschiefer wurde mit einer Entnahmerate von 0,057 l/s gestartet (1. Stufe). Bei dieser Entnahme wurde der Ruhewasserspiegel von 4,14 m u. ROK (470,50 mNN) innerhalb von 40 Minuten um 3,76 m auf 7,90 m u. ROK (466,74 mNN) steil abgesenkt. Daher wurde die Entnahmerate in der 2. Stufe auf 0,028 l/s verringert. Nach weiteren etwa 3,5 h (214 Minuten) stellte sich ein Quasi-Beharrungszustand bei rund 6,9 m u. ROK (467,7 mNN) mit einem weiter leicht abfallenden Wasserspiegel ein. Nach insgesamt 6 h wurde die Pumpe abgestellt. Am darauf folgenden Morgen war der Ruhewasserstand noch nicht ganz erreicht. Der Wideranstieg des PV wurde nach THEIS ausgewertet. Die hydraulische Durchlässigkeit berechnet

sich zu $k_f = 1{,}6*10^{-6}$ m/s (Anlage 4.1.1).
Der Grundwasserspiegel der etwa 90 m entfernten Grundwassermessstelle BK 4-neu, ebenfalls mit Ausbau im Posidonienschiefer, hat auf die Entnahmen aus der Messstelle BK 1-18 nicht reagiert.

Pumpversuch BK 5-18: Der Pumpversuch in der Messstelle BK 5-18 im Bereich des Endelbergs mit Ausbau im Amaltheenton wurde mit einer Entnahmerate von 0,095 l/s gestartet (1. Stufe). Bei dieser Entnahme wurde der Ruhewasserspiegel von 7,61 m u. ROK (454,74 mNN) innerhalb von nur 7 Minuten um 1,53 m auf 9,14 m u. ROK (453,21 mNN) abgesenkt. Daraufhin wurde die Entnahmerate in der 2. Stufe auf 0,045 l/s und weitere 28 Minuten später in der 3. Stufe auf 0,025 l/s verringert. Nach insgesamt 2,5 Stunden (150 Minuten) musste bis zum Ende der Pumpphase auf Intervallbetrieb mit durchschnittlich 0,012 l/s umgestellt werden. Daraufhin stellte sich dann ein Quasi-Beharrungszustand bei rund 16 m u. ROK (446,4 mNN) ein. Nach insgesamt 6 h wurde die Pumpe abgestellt. In den darauffolgenden Tagen stellte sich ein um 2,5 m niedrigerer Ruhewasserspiegel bei rund 10,1 m u. ROK (452,3 mNN) ein. Der Wideranstieg wurde nach THEIS ausgewertet. Die hydraulische Durchlässigkeit berechnet sich zu $k_f = 2{,}5*10^{-7}$ m/s (Anlage 4.1.2).
Der niedrigere Ruhewasserspiegel gegenüber dem Ausgangswasserspiegel ist vermutlich auf einen lokal begrenzten, hängenden Grundwasserleiter zurückzuführen, der im Laufe des Pumpversuchs entleert wurde. Aufgrund der Trockenheit hat er sich im Messzeitraum des Pumpversuchs nicht wieder aufgefüllt. Der waagrechte Kurvenverlauf am Ende des Pumpversuchs belegt das Ende des Wiederanstiegs. Der ermittelte k_f-Wert repräsentiert damit die Durchlässigkeit des relevanten "Hauptgrundwasserleiters".
Der Grundwasserspiegel der rund 85 m entfernten Grundwassermessstelle BK 4-18 mit Ausbau im Amaltheenton hat auf die Entnahmen aus der Messstelle BK 5-18 nicht reagiert.

5.3 Analysenergebnisse

Jeweils am Ende der beiden Pumpversuche wurden am 20.07.18 bzw. am 02.08.18 Wasserproben entnommen und zur Untersuchung nach dem Grundmessprogramm G der SYNLAB Umweltinstitut GmbH überbracht. Die Analysenergebnisse sind in Anlage 4.2 beigefügt.

Die Analyse der Wasserprobe aus dem Posidonienschiefer der BK 1-18 ergab nach den geohydrochemischen Eigenschaften einen Natrium-Calcium-Hydrogencarbonat-Wassertyp (Anlage 4.2.1). Der Feststoffinhalt bzw. die Mineralisation mit insgesamt rund 850 mg/l bei einer Leitfähigkeit von 972 µS/cm ist eher gering. Die untersuchten Parameter, mit Ausnahme des Mangans, liegen unter den Grenzwerten der Trinkwasser-Verordnung. Bei einem Sauerstoffgehalt von 8,1 mg/l ist das Wasser nahezu sauerstoffgesättigt und damit oxidierend. Die Gesamthärte von 20,5°dH ist nach Klut-Olszewski als "hart" einzustufen. Der relativ hohe NaCl-Wert ist vermutlich auf Streusalzeinflüsse der nahen Bundesstraße zurückzuführen. Auch der hohe DOC-Gehalt und der Absorptionskoeffizient bei 254 nm deuten auf einen Oberflächenwassereinfluss hin.

Davon abweichend handelt es sich bei den aus dem Posidonienschiefer balneologisch genutzten Schwefelquellen "Butzenbad" und "Hungergraben" um schwefelhaltige Natrium-Magnesium-Hydrogenkarbonat-Chlorid-Wässer bzw. Natrium-Magnesium-Calcium-Hydrogenkarbonat-Sulfat-Wässer mit einem hohen Feststoffinhalt von 1656 mg/l bzw. 2075 mg/l und einer Leitfähigkeit von 1910 µS/cm bzw. 2290 µS/cm[1].

Bei dem Grundwasser aus dem Amaltheenton der BK 5-18 handelt es sich um ein ebenfalls schwach mineralisiertes Calcium-Magnesium-Hydrogencarbonat-Wasser mit einem Feststoffinhalt von rund 680 mg/l und einer geringen Leitfähigkeit von 783 µS/cm (Anlage 4.2.2). Das Wasser zeigt hydrochemisch keine Auffälligkeiten; die untersuchten Parameter halten die Grenzwerte der Trinkwasser-Verordnung ein. Nach dem Sauer-

[1] Heilbäder und Heilquellenkurbetriebe: Bad Sebastiansweiler, Deutsches Bäderbuch, Stuttgart, 2008.

stoffgehalt ist das Wasser ebenfalls oxidierend und mit einer Gesamthärte von 22,3°dH als "hart" zu bezeichnen. Der Eisengehalt von 0,85 mg/l ist erhöht und vermutlich auf die Lösung von Pyrit zurückzuführen.

5.4 Grundwasserstände

Im Jahr 1980 wurden durch das Geologische Landesamt[2] zwischen etwa Bau-km 0+700 und Bau-km 2+500 die sieben Grundwassermessstellen B 1 bis B 7 eingerichtet. Im Bereich des Heilquellenschutzgebietes lagen die Messstellen B3 bis B7. Folgende Wasserstandsmessungen aus dem Zeitraum 06.05.80 bis 22.07.80 liegen vor:

	Nordost						Südwest
	Messstellen im Heilquellenschutzgebiet 1980						
Bohrung	B 1	B 2	**B 3**	**B 4**	**B 5**	**B 6**	**B 7**
Ausbau	pb2	pb2	pb2	tc1	tc1	tc1	tc1
Gelände 1980 [mNN]	459,55	462,60	461,75	478,10	482,05	489,65	491,25
Gelände 2018 [mNN]	-	-	461,62	478,38	481,38	488,92	-
ROK 1980 [mNN]	460,15	463,13	462,20	478,52	482,48	490,15	491,75
ROK 2018 [mNN]	-	-	462,05	-	481,67	489,36	-
höchster Wasserstand [m u.Gel.]	8,08	4,25	2,48	1,61	4,35	2,49	0,56
2018 [m u. Gel.]	-	-	2,50	-	4,49	2,55	-
1980 [mNN]	451,47	458,35	459,27	476,49	477,70	487,16	490,69
2018 [mNN]	-	-	459,12	-	476,89	486,37	-
tiefster Wasserstand [m u.Gel.]	9,24	5,35	3,57	2,28	5,60	2,78	2,02
2018 [m u. Gel.]	-	-	3,59	-	5,74	2,84	-
1980 [mNN]	450,31	457,25	458,18	475,82	476,45	486,87	489,23
2018 [mNN]	-	-	458,03	-	475,64	486,08	-
Differenz [m]	1,16	1,10	1,09	0,67	1,25	0,29	1,46

Tabelle 1: Grundwasserstände vom 06.05.80 bis 22.07.80 (Geologisches Gutachten Az. II/3-1375/80 Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg, 27.07.80)

[2] Geologisches Gutachten Az. II/3-1375/80 zum Ausbau der B27 zwischen Tübingen und Hechingen, hier: Führung in den Abschnitten Nehren – Bodelshausen und Bodelshausen – Hechingen, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg, 27.07.1980

Bei einem Ortstermin am 15.03.18 wurde festgestellt, dass von den Messstellen lediglich noch die B 5 und die B 6 zumindest von außen (Ausbau Überflur) intakt waren. Bei der B 4 fehlte die Sebakappe und das Stahlschutzrohr war stark beschädigt, bei der B 3 war die Seba-Kappe nicht mehr zu öffnen. Die B 7 konnte nicht mehr gefunden werden. Die B 3, B 5 und B 6 wurden 2018 geodätisch neu eingemessen. Die neuen Höhen wurden in der Tabelle 1 berücksichtigt und die dazugehörigen Messwerte entsprechend korrigiert. Die Unterschiede sind vernachlässigbar und für die nachfolgende Bewertung ohne Relevanz.

Wegen der wenigen noch verbliebenen Grundwassermessstellen im Heilquellenschutzgebiet wurden deshalb zusätzlich die Grundwassermessstellen BK 1-18, BK 2-18, BK 3-18 und BK 4-neu errichtet. Die BK 1-18, BK 3-18 und die BK 4-neu wurden im relevanten Posidonienschiefer, die BK 2-18 im darunterliegenden Amaltheenton ausgebaut. Die BK 1-18, BK 2-18, BK 3-18 und BK 4-neu wurden jeweils mit einer Drucksonde und Datenlogger für kontinuierliche Grundwasserstandsmessungen ausgerüstet. Die bislang vorliegenden Stichtagsmessungen sind in der Tabelle der Anlage 4.3 dokumentiert. In Anlage 4.4 sind die Grundwasserstandsganglinien der bislang vorliegenden Zeiträume dargestellt. Für die Fremdbohrung bzw. Grundwassermessstelle BKP 26 liegen nur Daten bis September 2017 vor.
In der BK 1-18 GWM (Anlage 2.1.1) mit oberflächennahem Ausbau im Posidonienschiefer (tc1) zeigt die Ganglinie (Anlage 4.4.1) nach dem Pumpversuch am 21.07.18 zunächst bis etwa Ende Oktober 2018 einen stetigen Rückgang, der allerdings von einzelnen Niederschlagsereignissen unterbrochen wurde. Der tiefste Grundwasserstand im Messzeitraum wurde am 23.10.18 bei 470,14 mNN entsprechend 3,56 m unter Gelände gemessen. Ab November stieg der Grundwasserspiegel zunächst langsam an, ab Dezember dann stark bis zum bislang gemessenen Höchststand am 15.01.19 bei 471,72 mNN entsprechend 1,98 m unter Gelände. Die Differenz zwischen niedrigstem und höchstem Wert beträgt damit 1,58 m.

Die Grundwasserganglinie (Anlage 4.4.2) der BK 3-18 GWM (Anlage 2.1.3), oberflächennah im Posidonienschiefer (tc1) ausgebaut, fällt klimabedingt bis zum 21.12.18 kontinuierlich ab. Die im September gemessenen Daten sind Fehlmessungen, die auf ein zu kurzes Sondenkabel zurückzuführen sind. Der bisherige tiefste Wert wurde am 21.12.18 bei 455,80 mNN entsprechend 5,78 m unter Gelände, der höchste Wert am 25.01.19 bei 457,73 mNN entsprechend 3,85 m unter Gelände gemessen. Die Differenz zwischen niedrigstem und höchstem Wert beträgt damit 1,93 m. Kurzfristige Niederschlagsereignisse machen sich in der Grundwassermessstelle nicht bemerkbar. Der Anstieg im Winter ist jahreszeitlich bedingt.
Die B 4-neu GWM (Anlage 2.1.6) wurde als Ersatz für die 1980 gebaute B 4 erstellt und ist ebenfalls oberflächennah im Posidonienschiefer (tc1) ausgebaut. Der Grundwasserspiegel (Anlage 4.4.3) fiel zunächst bis Anfang Dezember 2018 kontinuierlich bis auf 472,83 mNN entsprechend 4,57 m unter Gelände ab, um dann bis zum 15.01.19 auf den bislang höchsten Stand bei 473,97 mNN entsprechend 3,43 m unter Gelände anzusteigen. Die Differenz beträgt damit 1,14 m. Die Niederschläge machen sich nicht so deutlich wie in der BK 1-18 GWM bemerkbar und scheinen etwas zeitverzögert anzukommen. Gegenüber den 1980 gemessenen Werten (Tabelle 1) liegt der Grundwasserspiegel rund 2 m bis 3 m tiefer.

Im Bereich des Einschnitts am Bästenhardt liegt die Grundwassermessstelle BKP 26. Die vorliegenden kontinuierlichen Grundwasserstandsmessungen sind als Ganglinie in der Anlage 4.4.5 dargestellt. Sie zeigt einen jahreszeitlich bedingten Verlauf mit Grundwasserhöchstständen im Frühjahr und Grundwassertiefstständen im Herbst. Der niedrigste gemessene Wert im August 2012 und 2015 lag bei 460,44 mNN entsprechend 9,56 m unter Gelände, der höchste Wert am 02.06.13 bei 463,27 mNN entsprechend 6,73 m unter Gelände. Die maximale Differenz zwischen niedrigstem und höchstem Wert in einer rund 5jährigen Beobachtungszeit beträgt damit 2,83 m. Die von uns

an sechs Stichtagen zwischen dem 12.08.18 und dem 02.02.19 durchgeführten Handmessungen lagen die Grundwasserstände zwischen 459,56 mNN (01.11.18) und 460,01 mNN (02.02.19) und damit geringfügig tiefer als die Messungen bis 2017.

Im Bereich des Endelbergs wurden die beiden Grundwassermessstellen BK 4-18 GWM (Anlage 2.1.4) und BK 5-18 GWM (Anlage 2.1.5) hergestellt. Sie sind im Amaltheenton im Niveau des zukünftigen Einschnitts verfiltert; die BK 5-18 ist mit einem Datenlogger zur kontinuierlichen Erfassung der Grundwasserstände ausgerüstet. Der Ruhewasserstand im August 2018 lag in der BK 5-18 GWM bei 452,3 mNN und in der BK 4-18 GWM bei 451,4 mNN. Das Gefälle der Grundwasseroberfläche ist damit schwach nach Osten gerichtet. In Anlage 4.4.4 ist die Ganglinie der BK 5-18 GWM im bisherigen Messzeitraum dargestellt. Danach fiel der Grundwasserspiegel bis zum 10.01.19 kontinuierlich bis auf 450,47 mNN entsprechend 11,07 m unter Gelände ab um dann bis zum bisher gemessenen Höchststand am 01.02.19 bei 456,38 mNN entsprechend 5,16 m unter Gelände rasch anzusteigen. Vermutlich haben die starken Niederschläge Mitte Januar 19 den oberflächennahen hängenden Grundwasserleiter rasch aufgefüllt. Unter Berücksichtigung des oben beschriebenen Pumpversuchs handelt es sich um einen schichtig gegliederten Kluftgrundwasserleiter, in dem keine zusammenhängende Grundwasseroberfläche ausgebildet ist.

Für den letzten im Heilquellenschutzgebiet Bad Sebastiansweiler durchgeführten Stichtag am 30.07.18, an dem alle vorhandenen Messstellen gemessen wurden, sind in Anlage 4.5 die Grundwassergleichen, d. h. die Linien gleicher Grundwasserhöhen, dargestellt. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass es sich um Werte in einer Trockenperiode handelt. In den nassen Jahreszeiten ist nach den bisher bekannten Amplituden mit rd. 1,5 m höheren Wasserständen zu rechnen.

6 Bautechnische Folgerungen

6.1 Straße und Grundwasser

Streckenabschnitt Bau-km 0+000 und etwa Bau-km 1+780 (Heilquellenschutzgebiet)

Gemäß dem Streckengutachten[3] verläuft die Straße vom Baubeginn bis etwa Bau-km 1+010 über ca. 1,8 m bis 3,5 m mächtigem Hang-/Verwitterungslehm. Darunter folgt das zunächst mäßig bis stark verwitterte, mit der Tiefe zunehmend schwach verwitterte bis unverwitterte Festgestein der Jurensismergel (tc2, Ober-Toarcium, Schwarzjura zeta). Die Grenze zum liegenden Posidonienschiefer wird bei etwa 480 mNN vermutet. Die beiden geplanten Bauwerke BW 1 (Unterführung Wildtiere und Hungergraben) und BW 2 (Grünbrücke) werden danach wahrscheinlich in den Jurensismergeln gegründet werden können. Die Pegelbohrung B 7 des Geologischen Landesamtes[4] nahe des geplanten Bauwerks BW 2 ergab allerdings davon abweichend unter einer rund 5 m mächtigen Verwitterungsschicht bereits die Schichten des Posidonienschiefers (tc1). Das Grundwasser stand oberflächennah bei etwa 2 m unter Gelände entsprechend 487,7 mNN an. Danach wären bauzeitliche Eingriffe während der Gründungsarbeiten sowohl ins Grundwasser als auch in den Posidonienschiefer wahrscheinlich. Das geplante Bauwerk BW 3, Brücke im Zuge der K6933 über die B27 neu, am nordöstlichen Rand des Heilquellenschutzgebiets, wird nach erster Einschätzung voraussichtlich flach im Amaltheenton (pb2) bei etwa 456 mNN gegründet werden können. Bauzeitliche Eingriffe in das Grundwasser während der Gründungsarbeiten wären damit zumindest auf der Südostseite wahrscheinlich.

---

[3] Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung für Strecke, Einschnitte und Dämme: B27-Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, Ingenieurgesellschaft Dr. Spang GmbH, NL Esslingen, 20.10.2009

[4] Geologisches Gutachten Az. II/3-1375/80 zum Ausbau der B27 zwischen Tübingen und Hechingen, hier: Führung in den Abschnitten Nehren – Bodelshausen und Bodelshausen – Hechingen, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg, 27.07.1980

Die geplanten Lärm- und Irritationsschutzwände werden voraussichtlich tief mittels Bohrpfählen im Festgestein gegründet. Die Pfähle werden voraussichtlich eine Länge um 5 m haben. Damit werden sie zumindest teilweise in das Grundwasser einbinden, was zu bauzeitlichen Eingriffen führt.
Die ergänzenden Untersuchungen in 2018 haben die bisherige Modellvorstellung des Geologischen Landesamts weitgehend bestätigt. Gemäß der Planung für den RE-Entwurf Stand Jan./Feb. 2018 taucht die Trasse ab etwa Bau-km 1+200 bis etwa Bau-km 1+600 mit dem Planum bzw. der Grabensohle der Entwässerung unter die geschlossene Grundwasseroberfläche im besonders schützenswerten Posidonienschiefer ein. Damit wäre sowohl eine bauzeitliche als auch eine dauerhafte Wasserhaltung notwendig. Grob geschätzt ergäbe sich eine Wassermenge von etwa 6 l/s.
In der nun vorliegenden aktuellen Planung vom März 2019 wurde zur Vermeidung dauerhafter quantitativer Einwirkungen in das Grundwasser die Gradiente in diesem Bereich höher gelegt. Dadurch erfolgt kein Eingriff - weder bauzeitlich noch dauerhaft - in das Grundwasser (Anlagen 3.1 und 3.2).
Im weiteren Verlauf bis zur Schutzgebietsgrenze bei Bau-km 1+780 fällt die Grundwasseroberfläche auf etwa 460 mNN ab. Die Straße mit der Fahrbahnoberkante bei rund 465,8 mNN greift nur noch hangseitig geringfügig in den Untergrund ein. Zudem wird nahe der Schutzgebietsgrenze bereits der Amaltheenton erreicht.

Die verlegte, neue K6933 quert zukünftig etwa zwischen Bau-km 0+230 und Bau-km 0+400 auf einer Länge von rund 170 m die Zone III des Schutzgebiets. Nach der alten Planung betrug bisher die größte Eingriffstiefe des Planums unter Gelände bei etwa Bau-km 0+350 rund 3 m. Durch die Höherlegung der B27-Gradiente muss nun auch die Kreisstraße nicht mehr in dieser Einschnittslage geführt werden. Nach den Erkundungsergebnissen der BK 3-18 stehen über dem Posidonienschiefer noch etwa

2 m mächtige Reste der Jurensismergel an. Der Ruhewasserspiegel lag am 11.07.18 bei etwa 4,5 m unter Gelände.

Streckenabschnitt Bau-km 2+650 und etwa Bau-km 2+900

In diesem Abschnitt nordwestlich Mössingen-Bästenhardt verläuft die Straße in Einschnittslage (Anlage 1.3). Die Einschnittstiefe beträgt dort bis zu rund 12 m. Für die geologisch-hydrogeologische Bewertung stehen die Fremdbohrungen B 1 des Geologischen Landesamts sowie die BK 23 bis BK 27 des Ingenieurbüros Dr. Spang zur Verfügung. Danach verläuft das Planum voraussichtlich überwiegend in den Schichten des Amaltheentons (pb2, Ober-Pliensbachium, Schwarzjura delta) und der Numismalismergel (pb1, Unter-Pliensbachium, Schwarzjura gamma). Inwieweit der darüber liegende Posidonienschiefer noch angeschnitten wird, kann aus den vorliegenden Bohrungen nicht entnommen werden. Folgende Grundwasserstände liegen vor:

	Südwest					Nordost
	Kernbohrungen und Grundwassermessstellen im Abschnitt Bau-km 2+200 bis 3+000					
Bohrung	BK 27	B 1	BKP 26	BK 25	BK 24	BK 23
Ausbau	-	pb2	vermutl. pb2	-	-	-
Bau-km ca.	2+260	2+450	2+450	2+660	2+860	2+980
Gelände [mNN]	467,05	459,55	470,00	468,81	464,46	456,65
Gradiente rd. [mNN]	461,5	462,0	462,0	460,2	458,0	455,7
temporärer Wasserstand	5,80	-	-	10,40	5,30	5,55
[mNN]	461,25	-	-	**458,41**	**459,16**	**451,10**
höchster Wasserstand [m u.Gel.]	-	8,08	6,73	-	-	-
[mNN]	-	451,47	463,27	-	-	-
tiefster Wasserstand [m u.Gel.]	-	9,24	9,56	-	-	-
[mNN]	-	450,31	460,44	-	-	-
Differenz [m]	-	1,16	2,83	-	-	-

Tabelle 2: Grundwasserstände der Fremdbohrungen des Geologischen Landesamts und des Ingenieurbüros Dr. Spang

Die Grundwasseroberfläche fällt danach etwa von Südwest nach Nordost in Richtung des Vorfluters Tannbach hin ein. Die geplante Gradiente liegt bei Bau-km 2+650 auf rund 461,0 mNN und bei Bau-km 2+900 auf rund 457,2 mNN und damit geringfügig über den gemessenen Grundwasserständen. Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass, insbesondere bei Hochwasserständen, die Gräben der Entwässerungsleitungen oder das Planum zeitweise in das Grundwasser eintauchen. Aufgrund der sehr geringen Durchlässigkeiten wird der dadurch zeitweise anfallende Wasserandrang im gesamten Einschnitt auf unter 0,5 l/s und damit als unerheblich geschätzt.

Streckenabschnitt etwa Bau-km 4+900 bis Bau-km 5+700 (tiefer Einschnitt am Endelberg)

Der bis zu 15 m tiefe Einschnitt am Endelberg verläuft nach dem Streckengutachten geologisch, von oben nach unten, in den Schichten der Jurensismergel (tc2), des Posidonienschiefers (tc1) und des Amaltheentons (tc1). Nach den aktuellen Erkundungsergebnissen wird in diesem Abschnitt bis zu rund 4,5 m tief unter die Grundwasseroberfläche eingegriffen, was zu einer dauerhaften Grundwasserableitung bzw. Absenkung der Grundwasseroberfläche führt. Bezogen auf den etwa 400 m langen und bis zu etwa 40 m breiten Einschnitt und des ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerts von $k_f = 2{,}5*10^{-7}$ m/s beträgt der berechnete Wasserandrang lediglich rund 1 l/s bei einer Reichweite der Absenkung von unter 10 m.

6.2 Heilquellenschutz

Die genutzten Quellen von Bad Sebastiansweiler werden mittels eines mit Rechtsverordnung vom 18.01.90 des Landratsamtes Tübingen festgesetzten Heilquellenschutzgebiets geschützt.
Sowohl die B27 zwischen dem Baubeginn östlich von Bodelshausen und ca. Bau-km 1+780 als auch der überwiegende Teil der Maßnahmen im Zuge der K6933 nach Mössingen liegen in

der weiteren Schutzzone III des Heilquellenschutzgebiets. Für die Realisierung der Straßenbaumaßnahme sind insbesondere folgende Verbote von Bedeutung:

- §3, (1) Schutz der weiteren Schutzzone, in der Zone III sind verboten:
  - Abs. 9: "Versenken von Abwasser einschließlich des von Straßen und sonstigen Verkehrsflächen abfließende Niederschlagswassers."
  - Abs. 10: "Versickern von Abwasser einschließlich des von Straßen und sonstigen Verkehrsflächen abfließenden Niederschlagswassers, wenn das Wasser nicht ausreichend gereinigt oder seine sichere anderweitige Beseitigung nicht möglich ist."
  - Abs. 11: "Einleiten von Abwasser einschließlich des von Straßen und sonstigen Verkehrsflächen, ausgenommen Feld- und Waldwegen, abfließenden Niederschlagswassers in oberirdische Gewässer, wenn das Abwasser nicht ausreichend gereinigt ist."
  - Abs. 15: "Maßnahmen, die eine wesentliche Verminderung der Grundwasserneubildung oder des nutzbaren Dargebots zur Folge haben."
  - Abs. 16: "Verwenden von wassergefährdenden auswasch- oder auslaugbaren Materialien zum Bau von Straßen und Wegen, sofern nicht nur kleinere Ausbesserungsarbeiten vorgenommen werden."
  - Abs. 19: "Bohrungen und sonstige Maßnahmen zum Erschließen von Grundwasser, sofern diese nicht der öffentlichen Wasserversorgung oder der Wasserversorgung des Aussiedlerhofs "Waldhof Leukardt" dienen."
  - Abs. 20: "Bohrungen zum Aufsuchen oder Gewinnen von Bodenschätzen, zum Erkunden des Baugrundes sowie Anlegen und Erweitern von Erdaufschlüssen, insbesondere zum Gewinnen von Steinen und Erden, sofern nicht die Unbedenklichkeit für das Grundwasser nachgewiesen wird."
- § 3, (2) "Beim Neubau oder beim Umbau von Straßen oder bei einer wesentlichen Änderung bestehender Straßen sind die

notwendigen Schutzvorkehrungen und Schutzmaßnahmen entsprechend dem "Merkblatt für bautechnische Maßnahmen in Wassergewinnungsgebieten" (RiStWag) in der jeweils gültigen Fassung anzuwenden.

- § 7, (1) Befreiungen: "Das Landratsamt Tübingen kann auf Antrag von den Verboten dieser Verordnung Befreiung erteilen, wenn überwiegend Gründe des Wohls der Allgemeinheit diese erfordern oder eine Verunreinigung des Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften nicht zu besorgen ist oder durch besondere Schutzvorkehrungen sicher und dauerhaft verhindert werden kann."

6.3 Grundwasserschutz im Heilquellenschutzgebiet

Durch die Baumaßnahme besteht im Heilquellenschutzgebiet grundsätzlich ein Gefährdungspotential für das genutzte Grundwasser. Nahezu alle oben aufgeführten Punkte sind für die Realisierung unumgänglich bzw. zu berücksichtigen. Nach dem derzeitigen Planungsstand liegen die geplanten baulichen Eingriffe, mit Ausnahme der bauzeitlichen Gründungsarbeiten für die Bauwerke BW 1, BW 2 und die Lärm- bzw. Irritationsschutzwände, über der Grundwasseroberfläche des schutzwürdigen Posidonienschiefers. Die Schutzwirkung einer Überdeckung ist damit gegeben. Die Planung hält damit den Planungsgrundsatz der RiStWag, wonach Grundwasser nicht angeschnitten werden darf, ein.

Grundsätzlich sind sowohl quantitative und qualitative als auch temporäre und dauerhafte Einwirkungen zu unterscheiden.

Temporäre Einwirkungen: Durch die Herstellung der Gründungen für die oben genannten Bauwerke und das teilweise dadurch bedingte Entfernen der Deckschichten bis in den Grundwasserleiter sind qualitative Auswirkungen, beispielsweise in Form von Trübungen, nicht auszuschließen. Hinsichtlich dem Umgang mit wassergefährdenden Stoffen sind Schutzvorkehrungen zu tref-

fen. Eine planmäßige Wasserhaltung bei den Gründungsarbeiten für die Bauwerke BW 1 und BW 2 ist möglicherweise erforderlich. Aufgrund der voraussichtlich relativ kleinen Baugruben, dem nur geringen Eingreifen unter die Grundwasseroberfläche und der geringen Durchlässigkeiten kann davon ausgegangen werden, dass es zu keinen quantitativen Auswirkungen auf die Schüttung der Quellen kommen wird. Für die genutzten Quellen wird für die Bauzeit eine Beweissicherung empfohlen.

Dauerhafte Einwirkungen: Durch die Lage der geplanten Straßen, der PWC-Anlage und ihrer Entwässerungsleitungen über der Grundwasseroberfläche wird dauerhaft kein Grundwasser abgeführt. Die infolge der Verbreiterung der Straße bzw. dem Bau der PWC-Anlage reduzierte Grundwasserneubildung ist im Vergleich mit der Größe des Gesamteinzugsgebiets der Quellen unerheblich und vernachlässigbar. Quantitative Auswirkungen auf die Schüttung der Quellen sind damit nicht zu besorgen.

6.4 Einschnittsböschungen

Insbesondere die Jurensismergel und der Amaltheenton sind ausgesprochen witterungsempfindlich und gehen an der Geländeoberfläche bei Wasserzutritt rasch in einen bodenähnlichen Zustand über. Zudem führen Klufterweiterungen infolge von Entlastung beim Herstellen der Einschnitte zu tiefreichenden Wasserwegsamkeiten. Frisch angelegte, steile Einschnittsböschungen sind deshalb i. d. R. nur kurze Zeit standsicher. Erfahrungsgemäß nimmt die Standsicherheit aber durch die Verwitterungsprozesse, besonders in Zonen höherer Durchlässigkeit und Grundwasserführung rasch ab. Für die maximale Böschungsneigung sind deshalb die Verwitterungsprodukte der Festgesteine maßgebend. Es wird deshalb empfohlen, die in Tabelle 7.2.2-1 des Streckengutachtens für den verwitterten Fels angegebenen Böschungsneigungen in Abhängigkeit der Einschnittstiefe (1:1,5 bis 1:2) einzuhalten. Gegebenenfalls sind am Böschungsfuß Stützbauwerke vorzusehen. Zudem sind in

Abhängigkeit der örtlichen Verhältnisse bzw. Wasserführung bautechnische Sicherungsmaßnahmen in Form von Drainagen und Sickerstützscheiben oder Böschungsrigolen einzubauen. Aufgrund der flachen Böschungsneigungen sind dann keine Steinschlagschutzmaßnahmen erforderlich.

Die tiefen Einschnitte nordwestlich Mössingen-Bästenhardt und am Endelberg liegen in keinem Wasserschutzgebiet. Besondere Maßnahmen zum Grundwasserschutz sind deshalb nicht erforderlich. Die dauerhaften Eingriffe unter die Grundwasseroberfläche, zumindest am Endelberg, führen allerdings zu dauerhaften Grundwasserableitung und zu einer dauerhaften Absenkung der Grundwasseroberfläche. Der Grundwasserandrang ist allerdings sehr gering, so dass keine schädlichen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt zu befürchten sind.

6.5 Planum im Posidonienschiefer

Bei der Überbauung von unverwittertem pyritführendem Gestein wurden in der Vergangenheit vor allem im Posidonienschiefer Hebungen festgestellt, die zu Bauschäden geführt haben. Die Ursache wird wie folgt beschrieben[5]: In sauerstoffführendem Grundwasser wird Pyrit oxidiert, wodurch sulfathaltige Grundwässer entstehen. Das sulfathaltige Grundwasser verdunstet im Kapillarsaum über der Grundwasseroberfläche und bildet dadurch Gipskristalle. Die Kristalle bilden sich bevorzugt in den engständigen Schichtfugen, wodurch diese Schichtfugen auseinander gedrückt werden und der Schichtverband aufblättert. Dieser Vorgang kann Hebungen von mehreren Dezimetern verursachen. Kristallneubildungen finden vor allem dort statt, wo das verdunstende sulfathaltige Grundwasser ständig durch kapillare Wassernachführung ersetzt wird.

[5] WAGENPLAST, P. (2004): Ingenieurgeologische Risiken im südöstlichen Baden-Württemberg; Jh. Landesamt f. Geologie Rohstoffe und Bergbau B.-W., Freiburg i. Br.

Nach den durchgeführten hydrochemischen Analysen ist das Grundwasser sauerstoffgesättigt und damit oxidierend. Es wird deshalb empfohlen, in den Streckenabschnitten, in denen das Planum im Posidonienschiefer liegt (vermutlich nur am Endelberg), einen nicht entwässerten Bodenaustausch von ca. 0,5 m Mächtigkeit einzubauen, um die Gefahr des schnellen Austrocknens zu verhindern.

7 Mitwirkung bei der weiteren Planung und Ausführung

Sollten zu unseren Ausführungen und Empfehlungen **Fragen** bestehen, sind wir gerne bereit, unseren Bericht zu erläutern und unsere Empfehlungen zu begründen.

Die Angaben beruhen auf den von uns durchgeführten Untersuchungen, Fremdgutachten und Fremdbohrungen sowie auf den uns zur Verfügung gestellten Plangrundlagen. **Planerische oder konstruktive Änderungen** gegenüber den in Abschnitt 2 beschriebenen Unterlagen, sind uns daher mitzuteilen.

Im Rahmen der **weiteren Bauplanung und Bauausführung** werden weitere Arbeiten erforderlich, bei denen wir sie gerne fachlich beraten:

- Baugrund- und Gründungsberatung der Ingenieurbauwerke,
- Entwurf, Planung und erdstatische Berechnung von Gründungsmaßnahmen, Stützbauwerken und Baugrubenverbau,
- Untersuchungen auf Schadstoffbelastungen im Untergrund oder in der Altbebauung,
- Abbruchplanung incl. Untersuchung auf schadstoffhaltige Bauteile und Baumaterialien,
- Entwurf und Berechnung der Entwässerungsanlagen,
- Vorgaben zum Aufbau von Verkehrsflächen,
- Ausschreibung geotechnischer Leistungen,
- Bewerten von Sondervorschlägen,
- Bauüberwachung, Fachbauleitung, fachliche Bauberatung,

- Abnahme der Baugrubensohle, von Fundament- oder Pfahlsohlen, Ausbau von Tanks mit wassergefährdenden Stoffen,
- Aushub-Überwachung, Protokolle für Abtransport, Dokumentation der Arbeiten und Bewertung einer Restbelastung,
- Ankerprüfungen,
- Pfahlprobebelastungen und
- Kontrollprüfungen für Erdarbeiten.

Bei Bedarf bitten wir um frühzeitige Benachrichtigung.

S&P

Anlagen Anlage

Lagepläne

- Übersichtslageplan (M 1:25 000) mit Lage des geplanten Ausbaus der B27 1.1
- Lageplan (M 1: 5 000) mit Lage des Heilquellenschutzgebiets, der Fremdbohrungen, der Grundwassermessstellen und Verlauf der geologischen Querschnitte (Anlagen 3.1 und 3.2) 1.2
- Lageplan (M 1: 5 000) des Einschnitts Bästenhardt, der Fremdbohrungen und der Grundwassermessstelle BKP 26 1.3
- Lageplan (M 1: 5 000) des Einschnitts Endelberg, der Fremdbohrungen, der Grundwassermessstellen und Verlauf des geologischen Schnittes (Anlage 3.3) 1.4

Gelände-Erkundung (M 1:100)

- Schichtenfolgen der Kernbohrungen 2018 2.1
  - Kurzzeichen und Abkürzungen 2.1.0
  - BK 1-18 mit Ausbau als Gw-Messstelle 2.1.1
  - BK 2-18 mit Ausbau als Gw-Messstelle 2.1.2
  - BK 3-18 mit Ausbau als Gw-Messstelle 2.1.3
  - BK 4-18 mit Ausbau als Gw-Messstelle 2.1.4
  - BK 5-18 mit Ausbau als Gw-Messstelle 2.1.5
  - B 4-neu mit Ausbau als Gw-Messstelle 2.1.6
- Schichtenfolgen der relevanten Kernbohrungen Büro Dr. Spang 2.2
  - BK 4 2.2.1
  - BK 5 2.2.2
  - BK 6 2.2.3
  - BK 7 2.2.4
  - BK 23 2.2.5
  - BK 24 2.2.6
  - BK 25 2.2.7
  - BKP 26 2.2.8
  - BK 27 2.2.9
  - BK 28 2.2.10
  - BK 29 2.2.11
  - BK 30 2.2.12
  - BK 31 2.2.13
- Schichtenfolgen der Kernbohrungen des Geologischen Landesamts B.-W. 1980 2.3
  - B 1 bis B 7 2.3.1
  - B 4-alt mit Verfüllung 2.3.2

Baugrundmodell

- Geologische Querschnitte (M 1:200) 3.1
  - Stat. 1+300, NW-SO-Schnitt 3.1.1
  - Stat. 1+400, NW-SO-Schnitt 3.1.2

- Stat. 5+500, W-O-Schnitt 3.1.3

Hydrogeologie, Hydrochemie

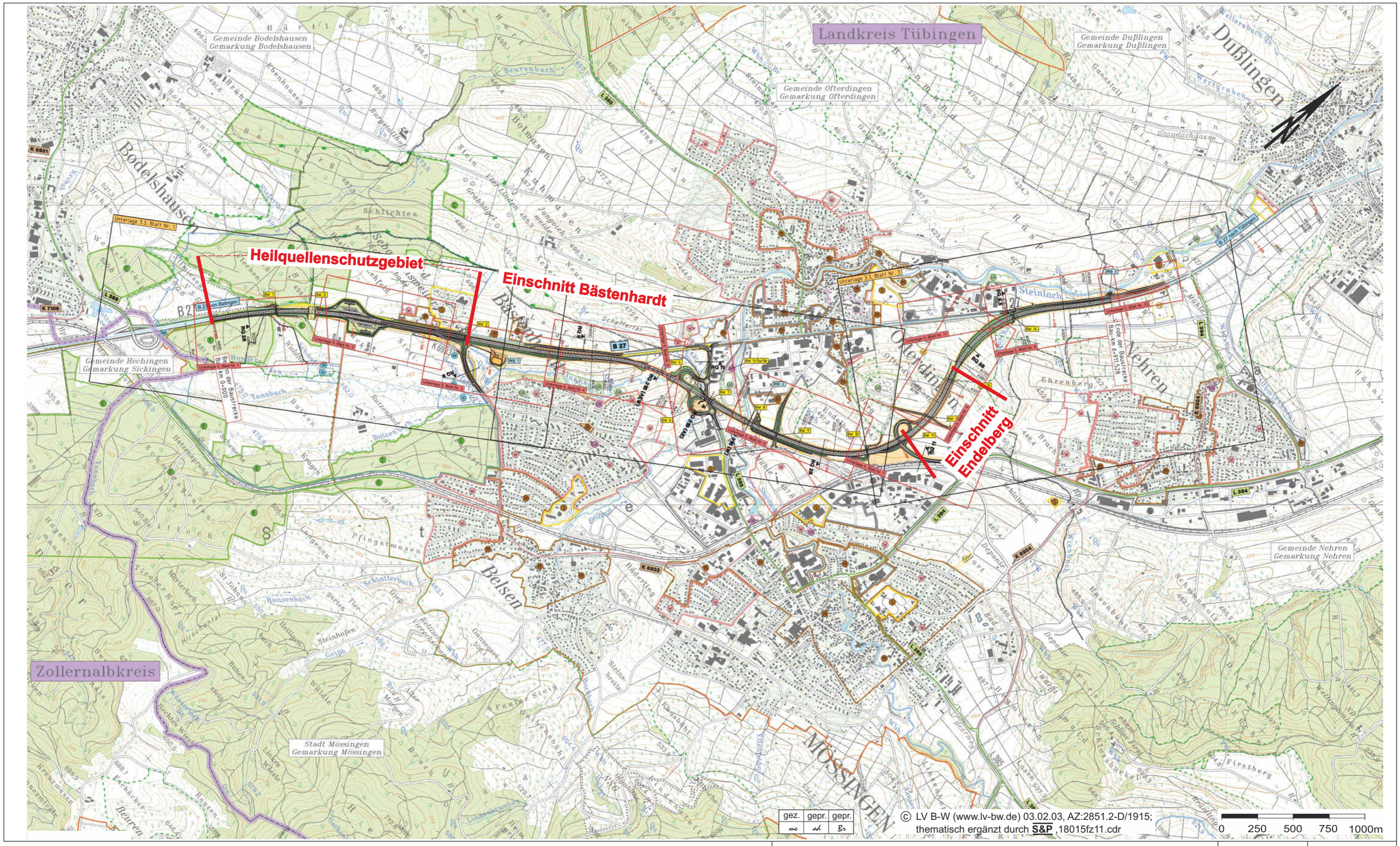
▪ Pumpversuche BK 1-18 (GwM) und BK 5-18 (GwM) 4.1
- BK 1-18 (GwM) am 20.07.18: Wasserspiegelgang und Entnahmen sowie Beobachtungsmessstelle B 4-neu 4.1.1
- BK 5-18 (GwM) am 02.08.18: Wasserspiegelgang und Entnahmen sowie Beobachtungsmessstelle BK 4-18 4.1.2

▪ Hydrochemische Analysenergebnisse 4.2
- Original des Prüfberichts der Analyse der Wasserprobe aus der Messstelle BK 1-18 (GwM) vom 20.07.18 4.2.1
- Original des Prüfberichts der Analyse der Wasserprobe aus der Messstelle BK 5-18 (GwM) vom 02.08.18 4.2.2

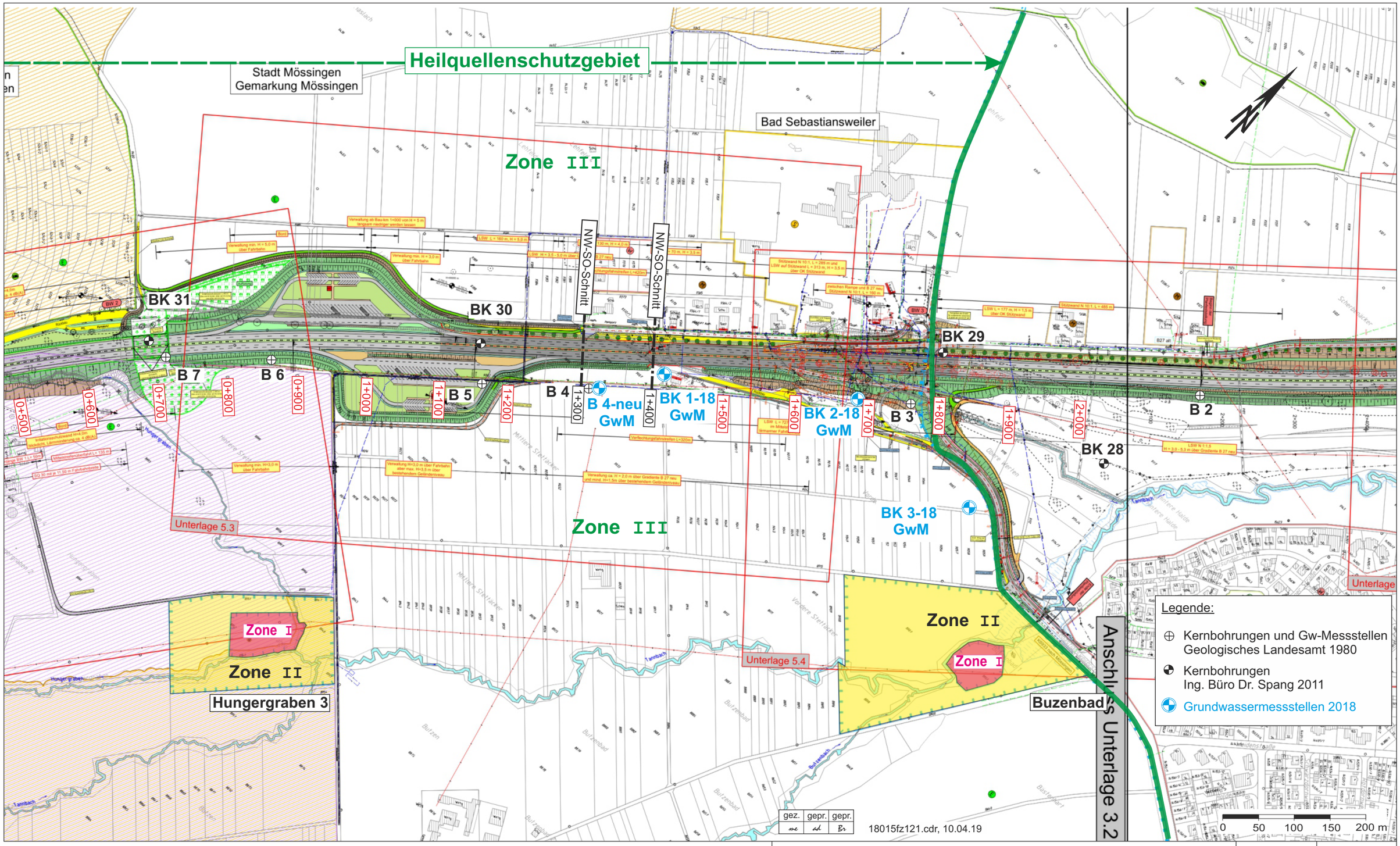
▪ Tabelle der Grundwasser-Stichtagsmessungen im Bereich Bad Sebastiansweiler 4.3

▪ Grundwasserstandsganglinien 4.4
- BK 1-18 (GwM) vom 21.07.18 bis 02.02.19 4.4.1
- BK 3-18 (GwM) vom 20.07.18 bis 02.02.19 4.4.2
- B 4-neu (GwM) vom 20.07.18 bis 02.02.19 4.4.3
- BK 5-18 (GwM) vom 02.08.18 bis 02.02.19 4.4.4
- BKP 26 vom 12.01.12 bis 27.09.17 4.4.5

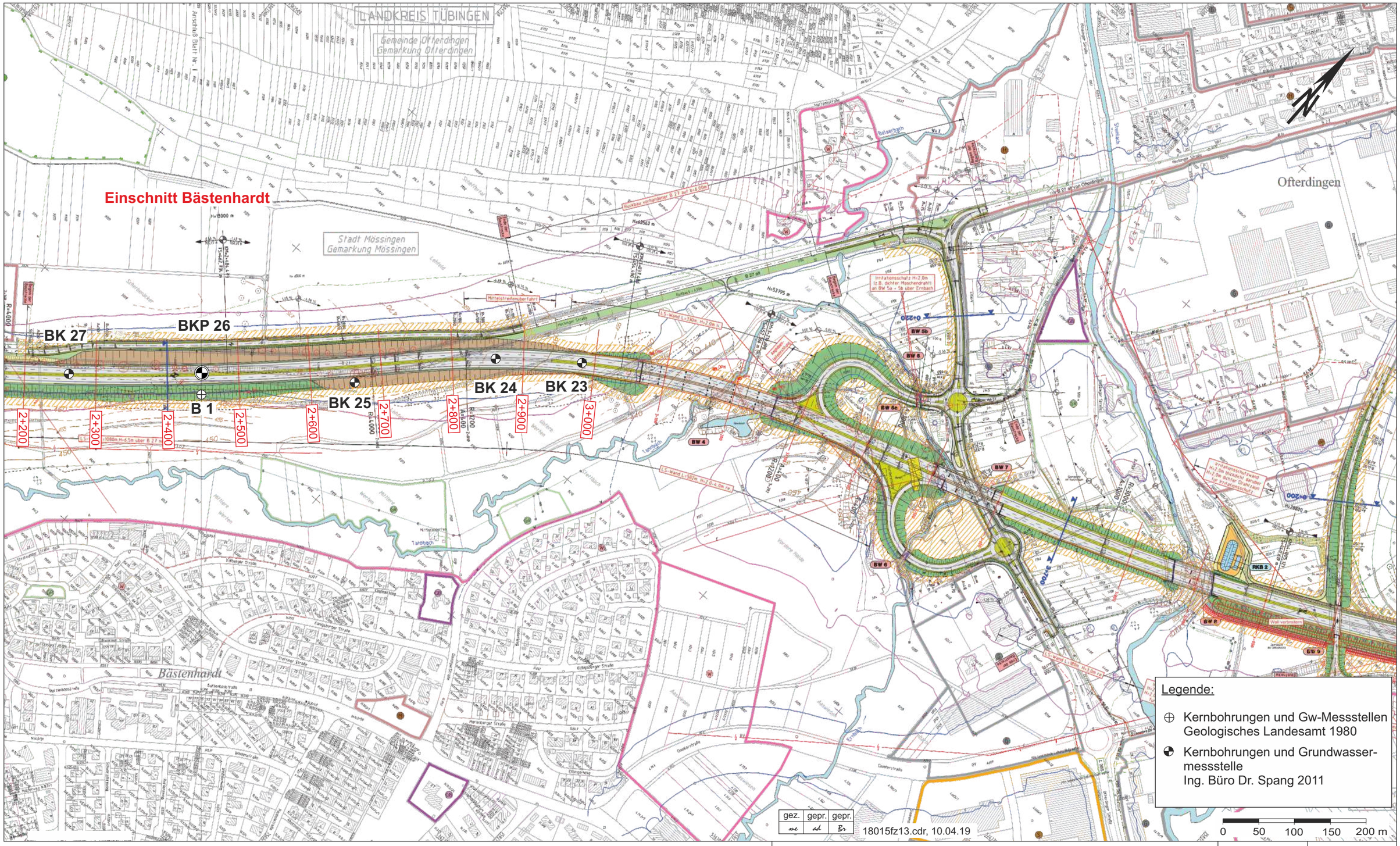
▪ Grundwassergleichenkarte für den Stichtag 30.07.18 im Bereich Bad Sebastiansweiler 4.5



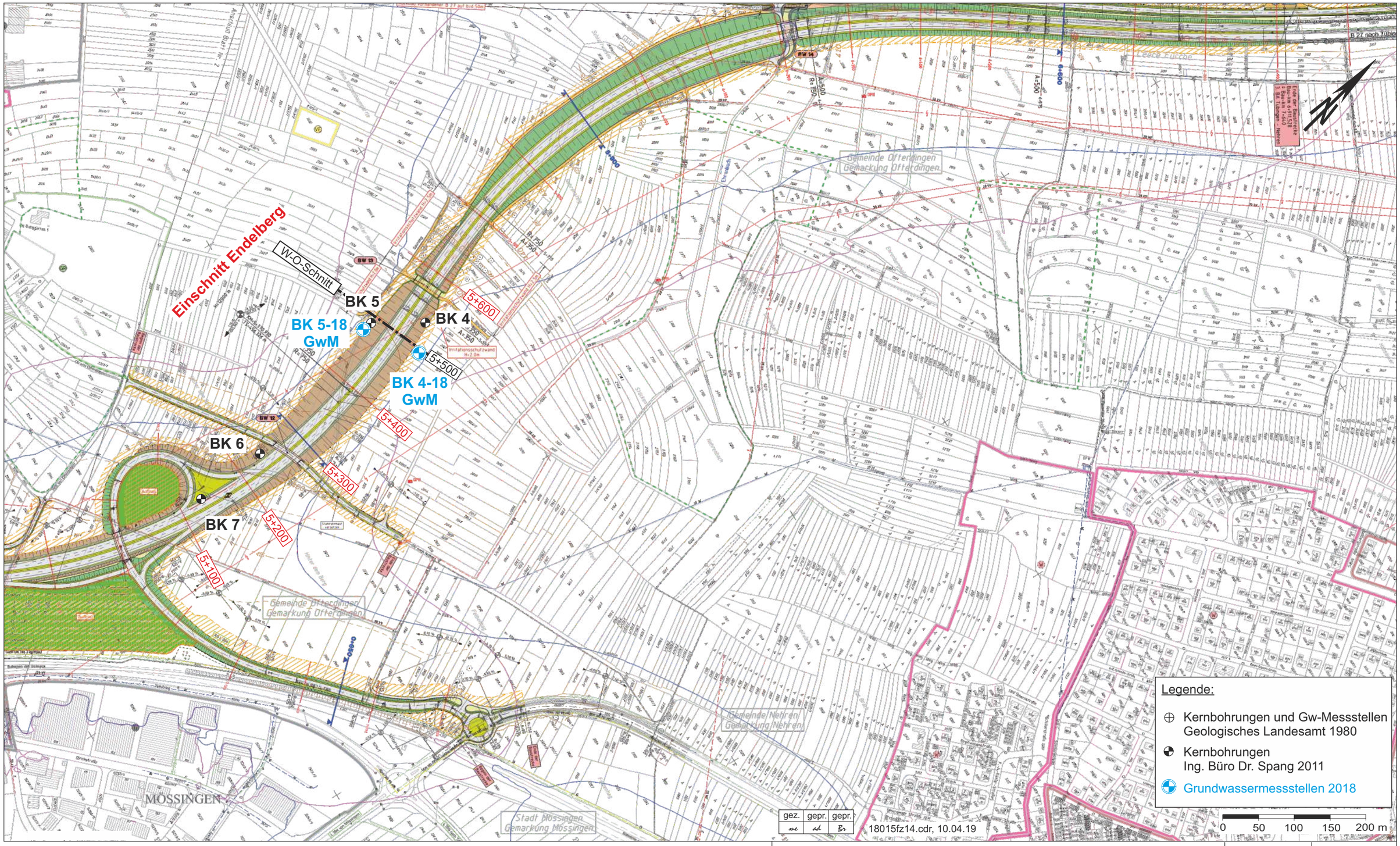
Übersichtslageplan mit Lage des geplanten Ausbaus der B27	Maßstab 1:25000	Anlage 1.1



Lageplan des Heilquellschutzgebiets, der Fremdbohrungen, der Gw-Messstellen und Verlauf der geol. Querschnitte	Maßstab 1:5000	Anlage 1.2



Lageplan des Einschnitts Bästenhardt, der Fremdbohrungen und der bestehenden GwM BKP 26	Maßstab 1:5000	Anlage 1.3



Lageplan des Einschnitts Endelberg, der Fremdbohrungen, der GwM und Verlauf des geol. Schnittes	Maßstab 1:5000	Anlage 1.4

Untersuchungsstellen

- SCH Schurf
- BK Kernbohrung
- BS Kleinbohrung

Rammsondierung (Dynamic Probing)

- DPL leichte Sonde (light)
- DPM mittelschwere Sonde (medium)
- DPH schwere Sonde (heavy)

Bodenproben

- Güteklasse 1
- Güteklasse 3
- Kernstück

Bodenarten-Beschreibung

A	Auffüllung		
Y	Blöcke	y	mit Blöcken
X	Steine	x	steinig
G	Kies	g	kiesig
S	Sand	s	sandig
U	Schluff	u	schluffig
T	Ton	t	tonig
H	Humus, Torf	h	humos, torfig
F	Faulschlamm	o	org. Anteile
Mg	Mergel	mg	mergelig
		dol.	dolomitisch

Korngrößen

- f fein
- m mittel
- g grob

grobkörnige Nebenanteile
(Massenanteile Körnungslinie)

- schwach (< 15 %)
- stark (> 30 %)

feinkörnige Nebenanteile
(Einfluss auf Verhalten des Bodens)

- schwach
- stark

Konsistenz

- breiig
- weich
- steif
- halbfest
- fest

Kalkgehalt
(Aufbraus-Test: 10 % HCl)

- Ca:0 kalkfrei
- Ca:+ kalkhaltig
- Ca:++ stark kalkhaltig

Felsarten-Beschreibung

Z	Fels allgemein
Zv	Fels verwittert
Ko, Br	Konglomerat, Brekzie
Sst	Sandstein
Utst, Tst	Schluffstein, Tonstein
Mst, Kst	Mergelstein, Kalkstein
Dst	Dolomitstein
Gyst	Gipsstein
Mem	Massige Metamorphite (z.B. Gneis)
Pl	Plutonite (z.B. Granit)
Vu	Vulkanite (z.B. Basalt)

Abschätzung der einaxialen Druckfestigkeit (Df) im Feld

Bezeichnung	Feldversuch
außerordentlich gering	mit Fingernagel leicht ritzbar
sehr gering	mit Messer ritzbar, durch feste Aufschläge mit Hammerspitze zu zerbröckeln
gering	mit Messer schwer ritzbar, durch feste Aufschläge mit Hammerspitze schwach einkerbbar
mäßig hoch	mit Messer nicht mehr ritzbar, durch einen festen Hammerschlag zu zerbrechen
hoch	nur durch mehrere Hammerschläge zu zerbrechen
sehr hoch	nur durch sehr viele Hammerschläge zu zerbrechen
außerordentlich hoch	durch Schläge mit dem Hammer lösen sich nur Splitter

Kalkgehalt (s. Boden)

Zerlegung

- klüftig

Schichtflächenabstand

Bezeichnung	Abstand [mm]
sehr dick	größer als 2000
dick	2000 bis 600
mittel	600 bis 200
dünn	200 bis 60
sehr dünn	60 bis 20
grob laminiert	20 bis 6
fein laminiert	kleiner als 6

Kluftflächenabstand

Bezeichnung	Abstand [mm]
sehr weitständig	größer als 2000
weitständig	2000 bis 600
mittelständig	600 bis 200
engständig	200 bis 60
sehr engständig	60 bis 20
außerordentlich engständig	kleiner als 20

Verwitterungsstufen	VS5	VS4	VS3	VS2	VS1	VS0
Gesteinstyp	Boden	Boden	Boden + Gestein	Gestein	Gestein	Gestein
Bezeichnung	zersetzt	vollständig verwittert	stark verwittert	mäßig verwittert	schwach verwittert	frisch
Beschreibung	gesamtes Gestein zu Boden umgewandelt, ohne Gefüge	gesamtes Gestein zu Boden umgewandelt, Gefüge größtenteils unversehrt	mehr als die Hälfte des Gesteins zersetzt oder zerfallen	weniger als die Hälfte des Gesteins verwittert oder zersetzt	Verfärbung	möglicherweise leichte Verfärbung
			Gestein liegt als zusammenhängendes Steinskelett oder Steinkern vor.			

Grundwasser (Gw)

Gw-Spiegel / Gw-Stand

- 100,00 mNN — undefiniert oder nach Bohrende
- Wasserspiegel, steigend
- 100,00 mNN — angebohrt
- Wasserspiegel, fallend
- 100,00 mNN — in Ruhe im ausgebauten Bohrloch
- 20.12.98 — Datum
- Vernässung oberhalb des Gw

Gw-Messstelle

- Aufsatzrohr
- Ringraumzementation
- Filterrohr
- Sumpfrohr
- Quellton
- Bohrendtiefe

Normen:
DIN EN ISO 14688, DIN EN ISO 14689-1
DIN 4022, DIN 4023

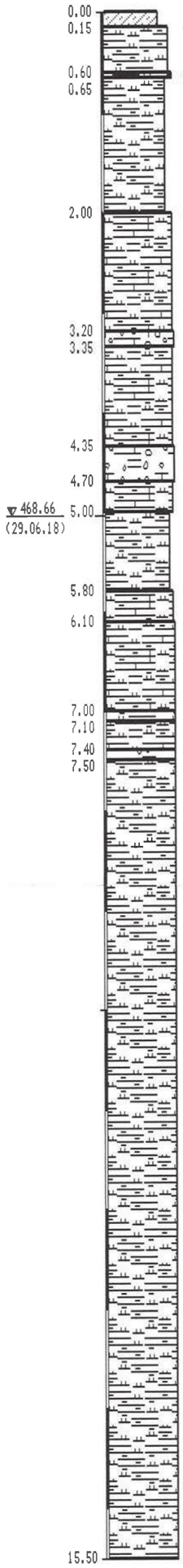
gez.	gepr.	gepr.
ad	ME	Br

TK 25: 7520 Mössingen
R ≈ 35 00 973,3 / H ≈ 53 62 363,3
Lage siehe auch Anlage 1.2
Ansatzhöhe: 473.70 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Terrasond GmbH
am : 27.-28.06.18
aufgenommen: Dr.rer.nat. M. Brodbeck/S&P
G:`S&P`AUFTR18`18015`BK01.bpr; 12.10.2018

Ausbau
PVC DN 125 mm
Filter-SW 1,5 mm

BK 1-18 GwM



473.70 Gel.

Oberboden

Tonstein,u, braungrau, feinlaminiert, Df gering, VS2/1, kleinstückig zerbohrt

Kalkstein/Mergelkalkstein, braungrau, dunkelgrau, feinglimmerführend, bituminös (Stinkkalk), sehr dünnbankig, Df hoch, VS1, Kluft um 90 , mit Calcitbesteg, rostbraun angewittert ("Schieferton")

Tonstein,u, (Schiferton"), braungrau, dunkelgrau, örtlich stark rostfleckig, Df gering bis sehr gering, VS3/2, stückig zerrammt, blättrig

Tonstein/Tonmergelstein, schwach feinglimmerführend, schwarzgrau, dunkelgrau, schwach braunschlierig, bituminös, VS0/1, fein- bis groblaminiert, schiefrig, bei 2,5-2,8 m Kluft 70 , mit calcitbesteg, nicht veränderlich bis veränderlich

Kalkstein/Mergelkalkstein,fs', dunkelgrau, feinglimmerführend, bituminös (Stinkkalk), dünnbankig (15 cm), Df hoch, VS0, Kluft um 90 , mit Calcitbesteg

Tonstein/Tonmergelstein,u, schwarzgrau, schwach braunschlierig, VS0/1, Df gering bis mäßig hoch , feinglimmerführend, örtlich Pyrit-Konkretionen
bei 3,7-3,8 m KMst, stärker kalkig (Stinkkalk), Df mäßig hoch bis hoch

Kalkstein/Mergelkalkstein,fs', dunkelgrau, feinglimmerführend, Df hoch, VS0, sehr dünnbankig, Kluft um 70 , mit Calcitbesteg
bei 4,5-4,55 m Tst, schwarzgrau

Tonstein/Tonmergelstein,u, schwarzgrau, braunschlierig, VS0/1, Df mäßig hoch, feinglimmerführend, mit Pyrit-Konkretionen, schiefrig, Kluft um 90 , Rostbeleg, Kern und Scheiben zerlegt, nicht veränderlich bis veränderlich

Tonstein,u, grau, dunkelgrau, feinglimmerführend, Df außerordentlich gering, VS1/2, feucht, zerbohrt, schwach veränderlich

Tonstein/Tonmergelstein,u, schwarzgrau, braunschlierig, VS0/1, Df mäßig hoch, feinglimmerführend, mit Pyrit-Konkretionen, schiefrig, Kluft um 90 , Rostbeleg, Kern und Scheiben zerlegt, nicht veränderlich bis veränderlich, mit zahlreichen braunen Posidonien und Pyritkonkretionen

Tonstein/Tonmergelstein,u, grau, Df gering bis mäßig hoch, VS0, fein- bis groblaminiert, veränderlich bis stark veränderlich
(Aschgraue Mergel)

Tonstein,u, dunkelgrau, feinglimmerführend, Df außerordentlich gering, VS0, feucht, zerbohrt, schwach veränderlich, zahlreiche dicke Fucoiden (Seegrasschiefer)

Tonstein/Tonmergelstein,u, grau, hellgrau, Df mäßig hoch, VS0, schwach feinglimmerführend
(Blaugraue Mergel)

Kalkstein/Mergelkalkstein, grau, hellgrau, dünnbankig, Df sehr hoch, VS0

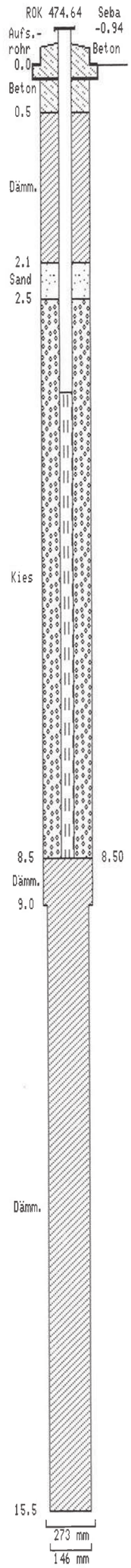
Tonstein,u, grau, schwach feinglimmerführend, VS0, Df gering bis mäßig hoch, stark veränderlich, fein- bis groblaminiert, örtlich Belemnitenrostren, latent geklüftet um 60 , örtlich Pyritkonkretionen
lagenweise Kst/MKst, grau bis hellgrau, dünnbankig (bis 15 cm), VS0, Df hoch bis sehr hoch, feinglimmerführend, geklüftet um 90 -80
mit dünnen Calcitbestegen bei: 7,85-7,9 m; 8,05- 8,15 m; 9,3-9,45 m; 10,25-10,35 m; 10,80-10,85 m und 13,25-13,40 m

Posidonienschiefer
(tc1, sj epsilon)
7.50

466.20

Amaltheenton
(pb 2, sj rho)
>8.00

458.20



Bohrverfahren:
- 3,0 m Rammkernbohrung ø 240 mm
- 15,3 m Rotationskernbohrung ø 15,3 mm
- 3,0 m Hilfsverrohrung ø 273 mm

Gw bei 5,04 m u. Gel. (29.06.18)

Tiefenbezug: Gel.
ROK aus Abstand zu Gel.

Kies 3,15 - 5,6 mm
Sand 0,1 - 1 mm
Dämm. = Dämmer
Betonsockel schematisch,
ø nicht maßstäblich

Schichtenfolge und Ausbau der Kernbohrung
BK 1-18 GwM

Maßstab
1:50

Anlage
2.1.1

Geologisch-hydrogeologisches Gutachten
18-015 Bodelshausen-Nehren B27: Zweibahniger Ausbau

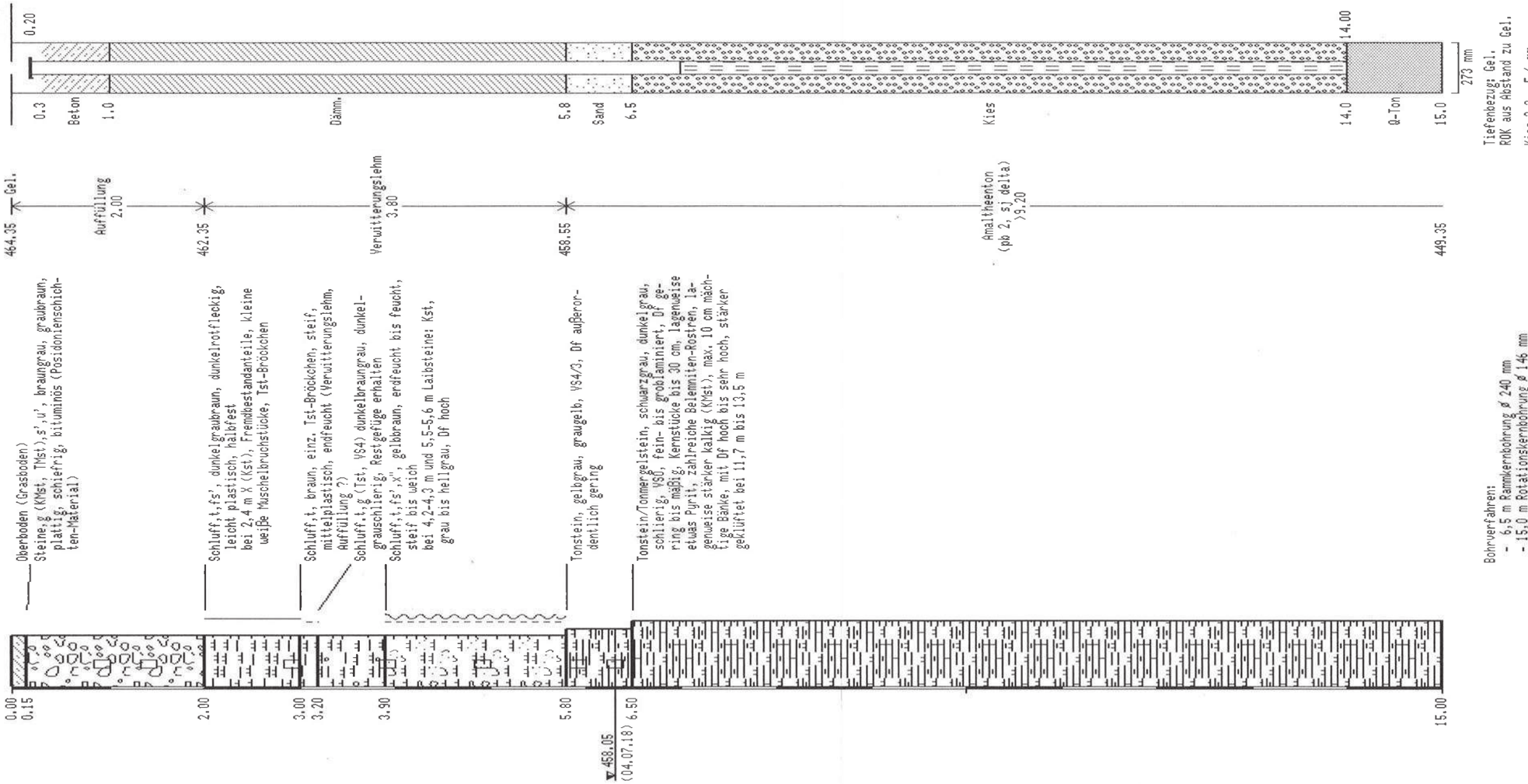
S&P

TK 25: 7520 Mössingen
R ≈ 35 01 208,3 / H ≈ 53 62 512,2
Lage siehe auch Anlage 1.2
Ansatzhöhe: 464.35 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Terrasond GmbH
am : 04.07.18
aufgenommen: Dr.rer.nat. M. Brodbeck/S&P
G:`S&P`AUFTRI8`18015`BK02.kpr; 08.10.2018

Ausbau
PVC DN 125 mm
Filter-SU 1,5 mm

BK 2-18 GwM



Tiefenbezug: Gel.
ROK aus Abstand zu Gel.

Kies 3,2 - 5,6 mm
Q-Ton = Quellton
Dämm. = Dämmer
ø nicht maßstäblich

Bohrverfahren:
- 6,5 m Rammkernbohrung ø 240 mm
- 15,0 m Rotationskernbohrung ø 146 mm
- 15,0 m Vollbohrung Stratacut ø 260 m
- 15,0 m Hilfsverrohrung ø 273 mm

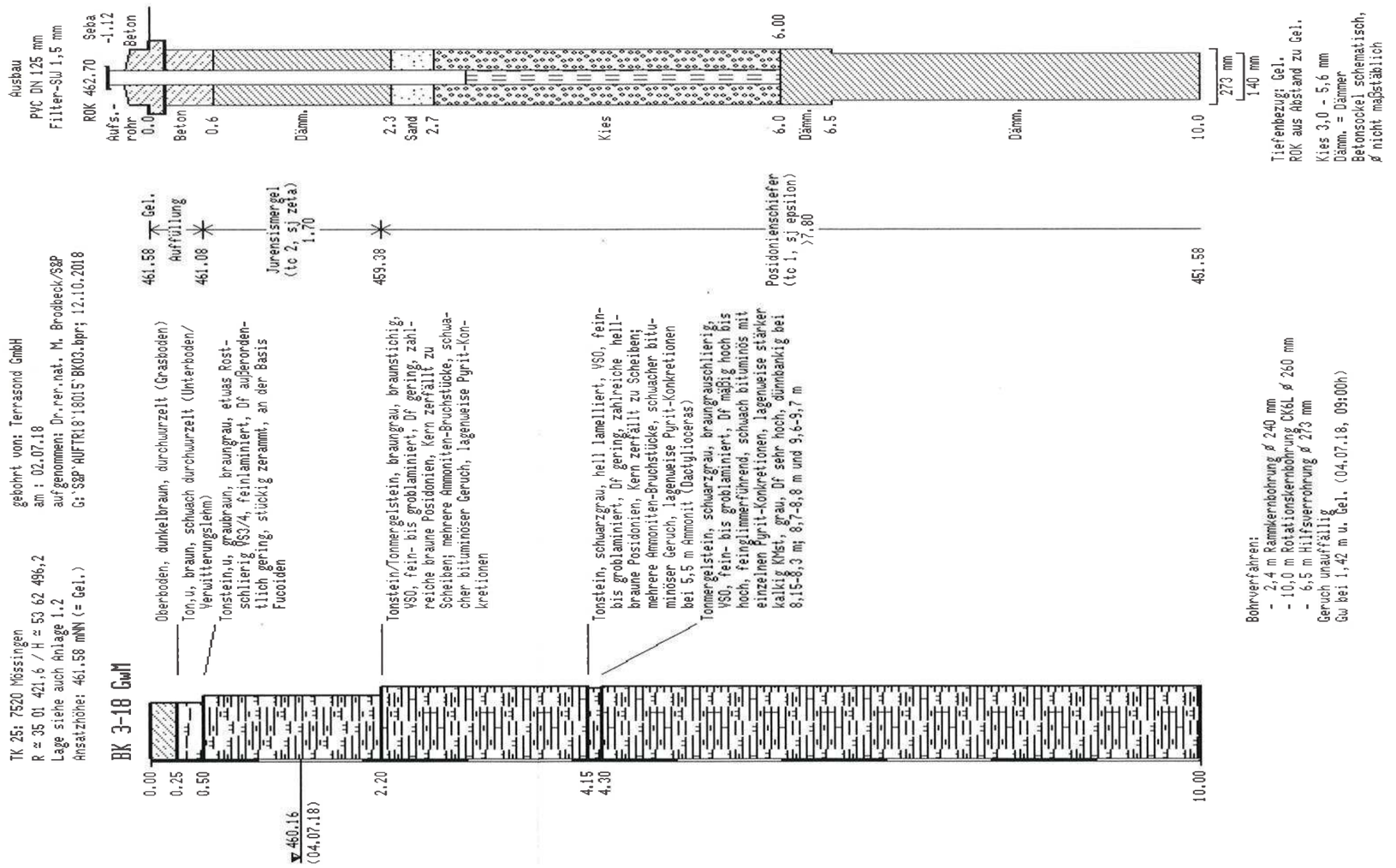
Bodenproben: 1,0 m; 1,5 m; 3,0 m; 4,0 m; 5,0 m; 6,0 m; 6,4 m

Geruch unauffällig

Gw angetroffen bei 6,4 m u. Gel. (03.07.14, 11:00h)
nach 15 Min. bei 5,44 m u. Gel.
am 04.07.18, 10:00h bei 6,3 m u. Gel.

gez.	gepr.	gepr.
ad	Ks	Br

Schichtenfolge und Ausbau der Kernbohrung BK 2-18 GwM	Maßstab 1:50	Anlage 2.1.2

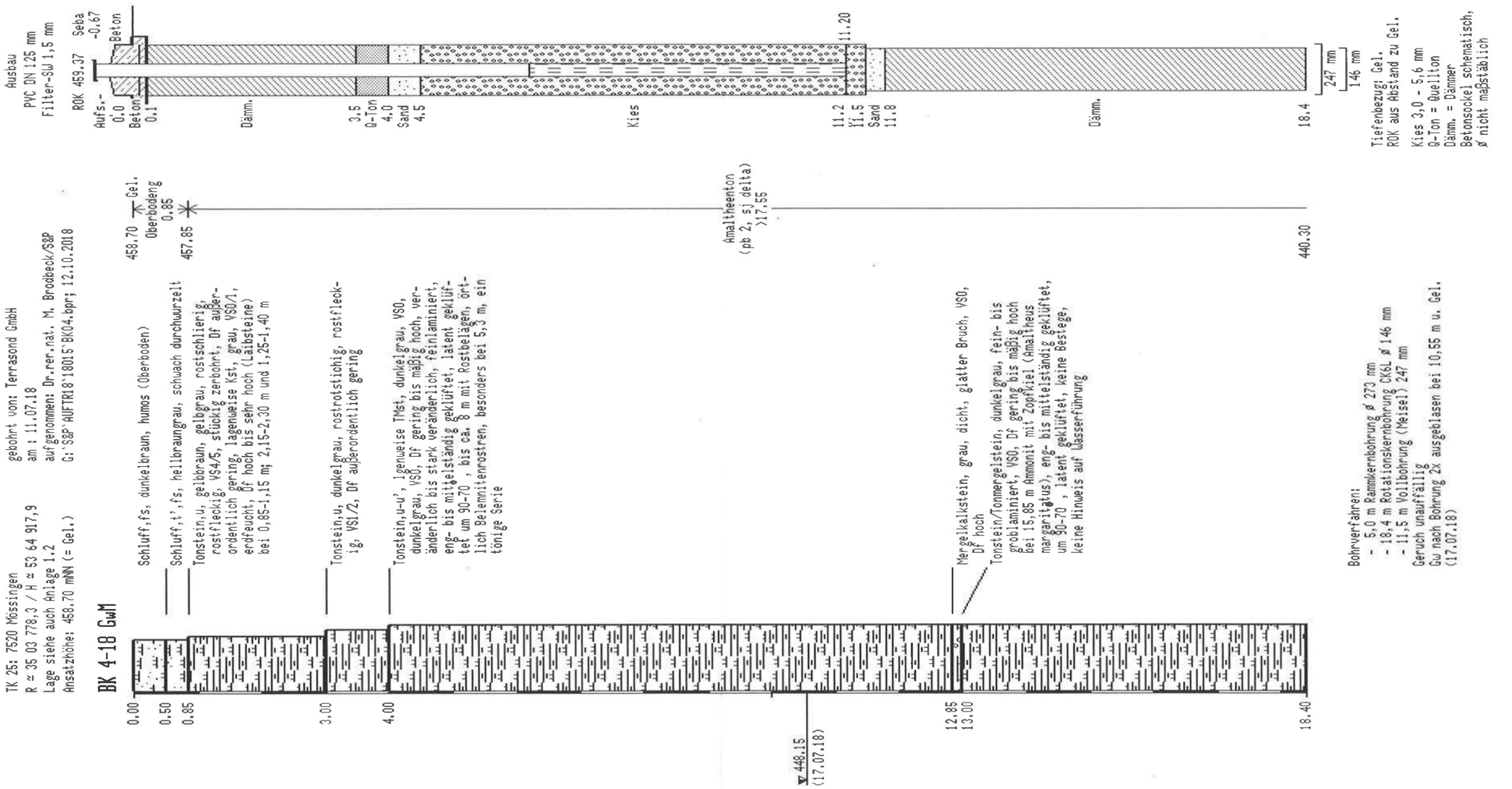


gez.	gepr.	gepr.
ad	me	Br

Schichtenfolge und Ausbau der Kernbohrung BK 3-18 GwM	Maßstab 1:50	Anlage 2.1.3

TK 25: 7520 Mössingen
R ≈ 35 03 778,3 / H ≈ 53 64 917,9
Lage siehe auch Anlage 1.2
Ansatzhöhe: 458.70 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Terrasond GmbH
am : 11.07.18
aufgenommen: Dr.rer.nat. M. Brodbeck/S&P
G:\S&P\AUFTR18\18015\BK04.bpr; 12.10.2018

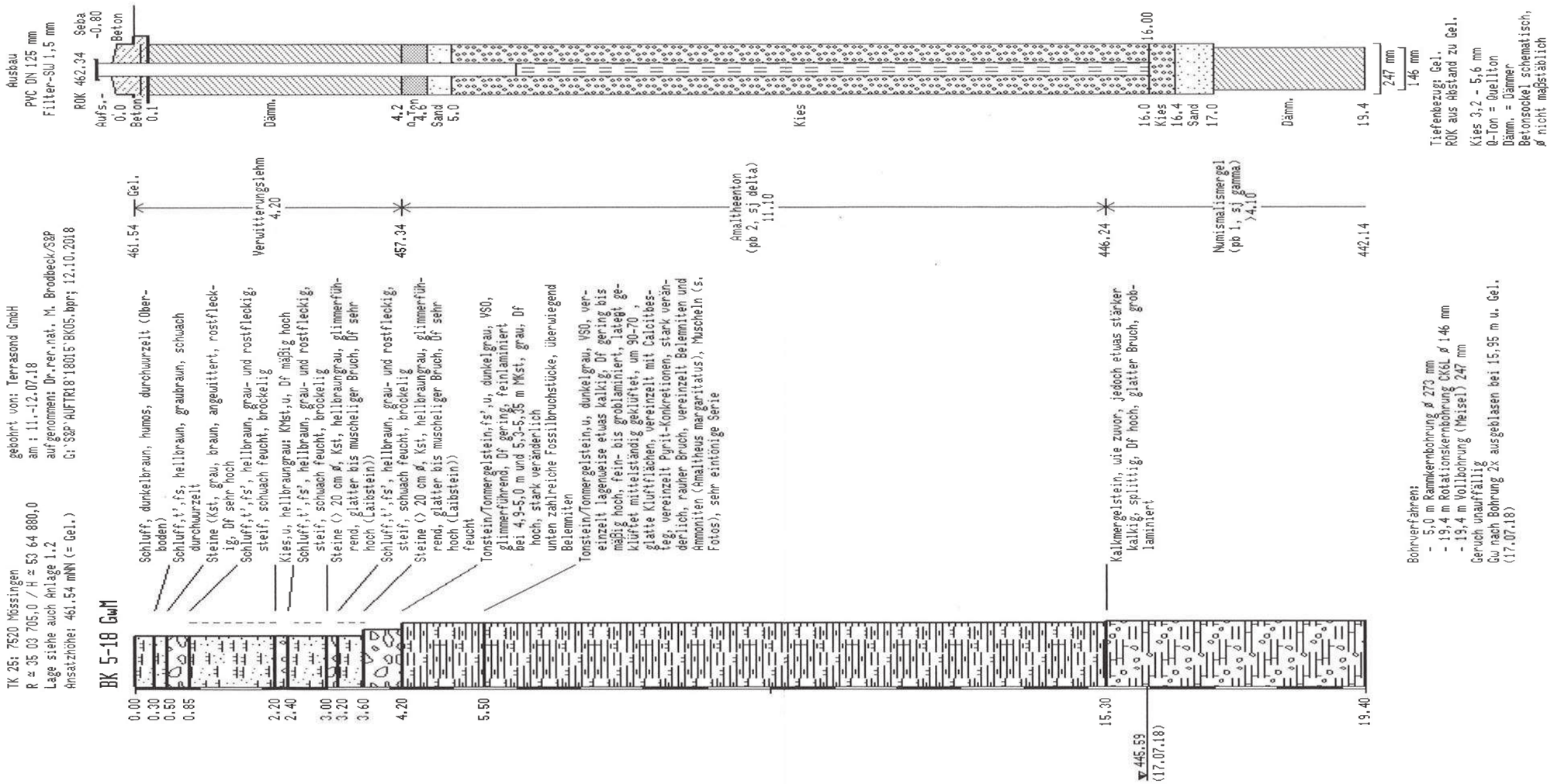


Bohrverfahren:
- 5,0 m Rammkernbohrung ø 273 mm
- 18,4 m Rotationskernbohrung CK6L ø 146 mm
- 11,5 m Vollbohrung (Meisel) 247 mm

Geruch unauffällig
Gw nach Bohrung 2x ausgeblasen bei 10,55 m u. Gel. (17.07.18)

gez.	gepr.	gepr.
ad	me	Br

Schichtenfolge und Ausbau der Kernbohrung BK 4-18 GwM	Maßstab 1:75	Anlage 2.1.4



gez.	gepr.	gepr.
ad	me	Br

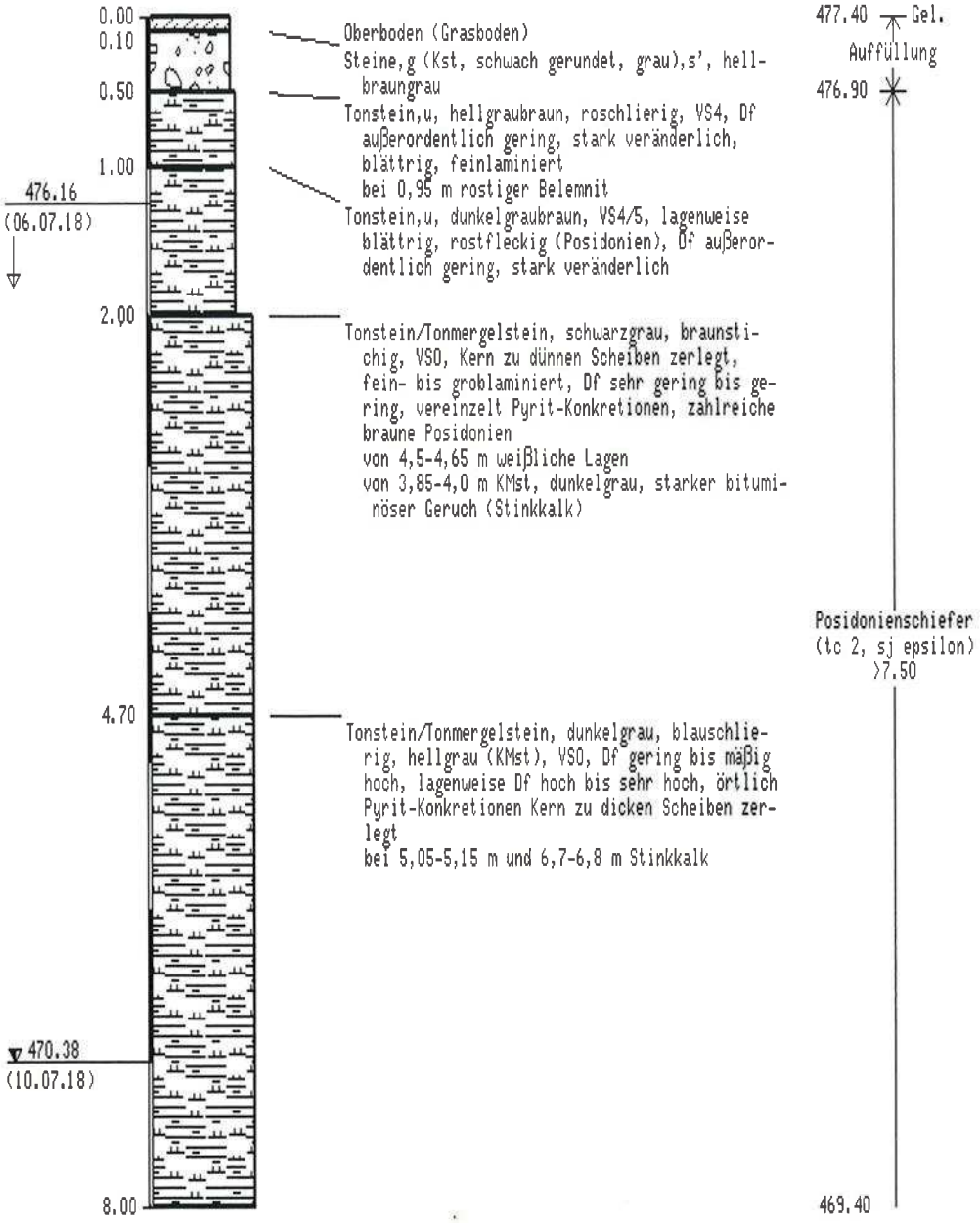
Schichtenfolge und Ausbau der Kernbohrung BK 5-18 GwM	Maßstab 1:75	Anlage 2.1.5

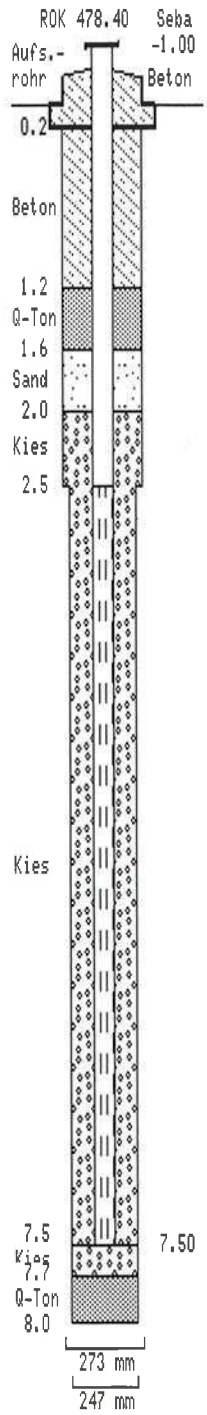
S&P

TK 25: 7520 Mössingen
R ≈ 35 00 907,03 / H ≈ 53 62 285,01
Lage siehe auch Anlage 1.2
Ansatzhöhe: 477.40 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Terrasond GmbH
am : 07.-10.07.18
aufgenommen: Dr.rer.nat. M. Brodbeck/S&P
G:`S&P`AUFTR18`18015`B04neu.bpr; 27.09.2018

B 4-neu GwM





Bohrverfahren:
- 2,5 m Rammkernbohrung ø 273 mm
- 8,0 m Rotationskernbohrung CK6L ø 146 mm
- 8,0 m Vollbohrung (Meisel) 247 mm

Geruch unauffällig
Gw angetroffen bei 1,24 m u. Gel. (06.07.18, 15:10h)
am 10.07.18, 16:30h gemessen bei 7,02 m u. Gel.

Tiefenbezug: Gel.
ROK aus Abstand zu Gel.

Kies 3,0 - 5,6 mm
Q-Ton = Quellton
Betonsockel schematisch,
ø nicht maßstäblich

gez.	gepr.	gepr.

Legende: Anlage 2.0

Schichtenfolge und Ausbau der Kernbohrung B 4-neu GwM	Maßstab 1:50	Anlage 2.1.6

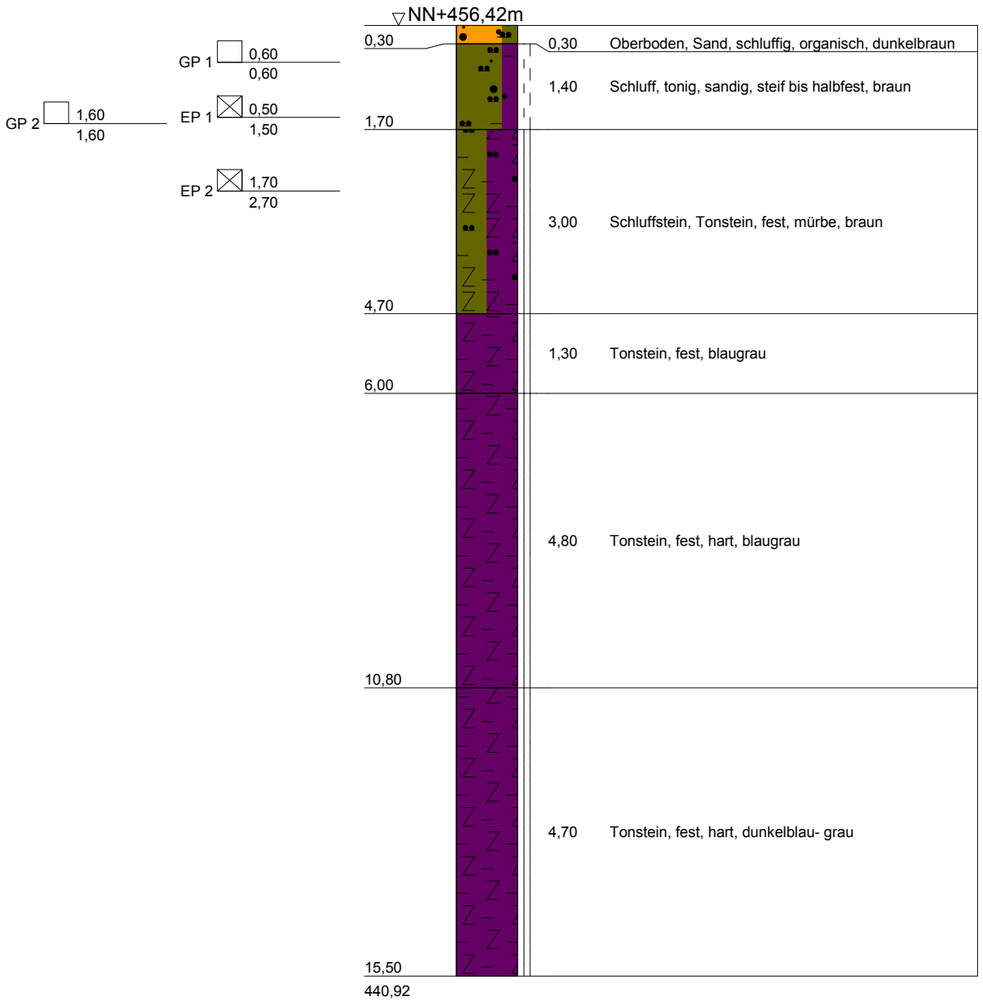
Schichtenfolgen der relevanten Kernbohrungen
Büro Dr. Spang

- BK 4
- BK 5
- BK 6
- BK 7
- BK 23
- BK 24
- BK 25
- BKP 26
- BK 27
- BK 28
- BK 29
- BK 29
- BK 30

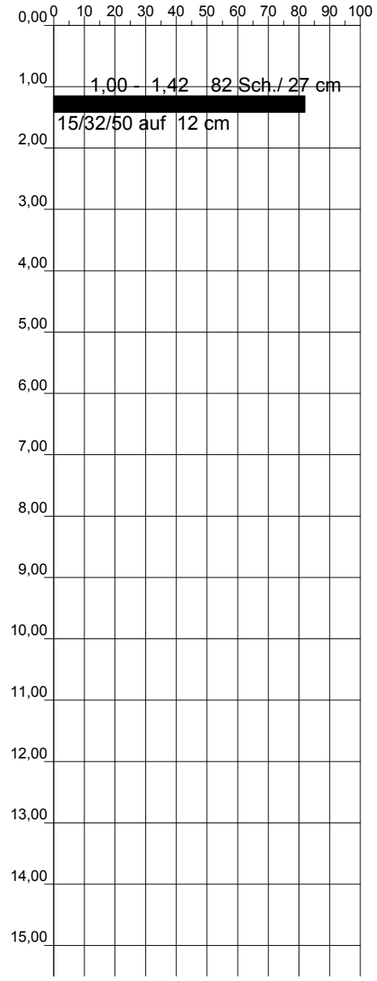
(13 Blatt)

18015fz22.cdr, 10.04.19

BK 4
Bodenprofil



BK 4
Standard-Penetration-Test



drillexpert GmbH
Siemensstraße 9
79331 Teningen-Nimburg
Tel.:+49(0)7663-60388 - 0
Fax:+49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

B 27 Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, RP Tübingen

Planbezeichnung:

Bodenprofil und Standard-Penetration-Test

Plan-Nr:

Projekt-Nr: 2010-0041

Datum: 18.05.2010

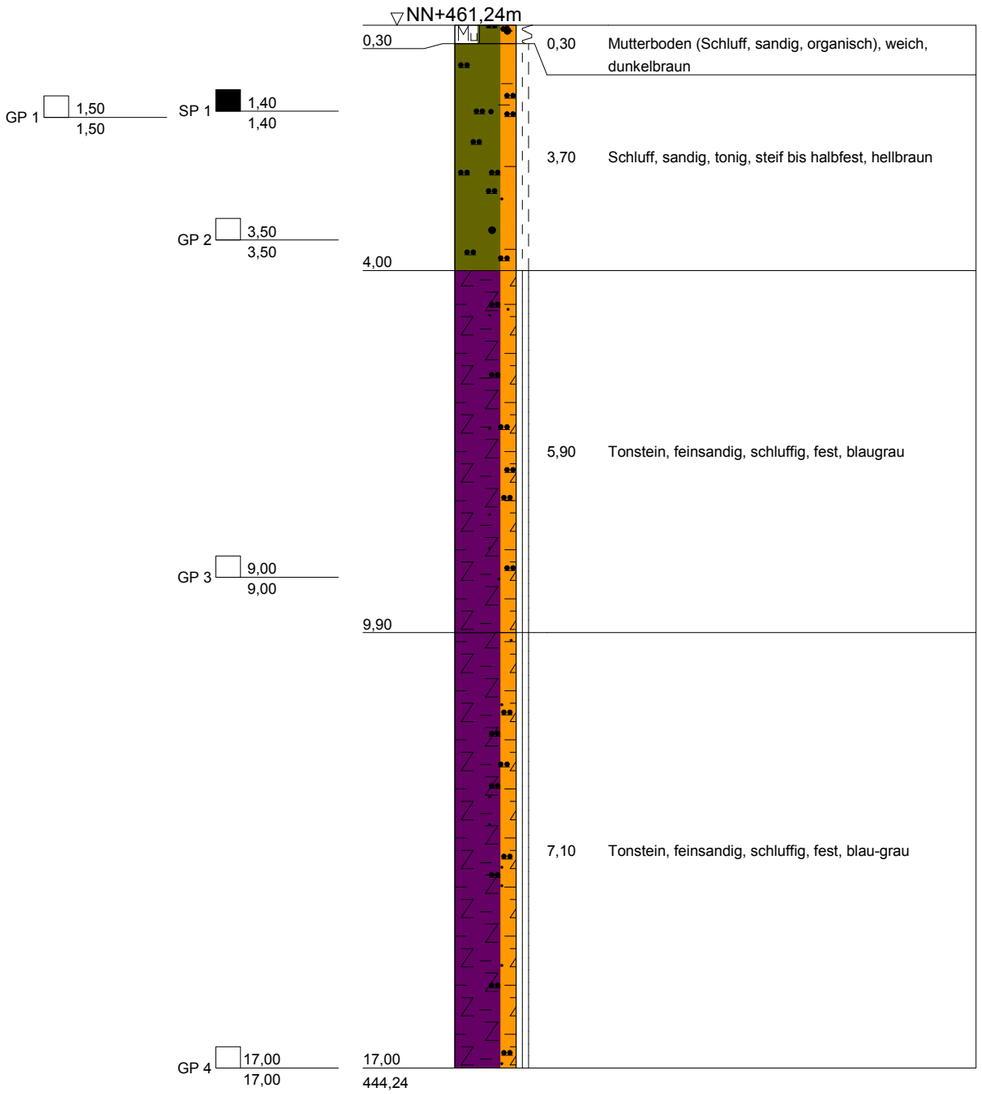
Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: Herr Oser

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH

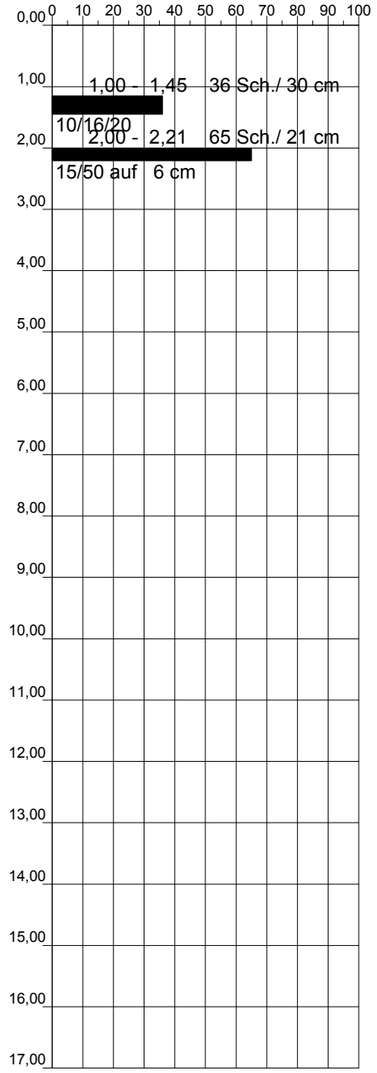
BK 5

Bodenprofil



BK 5

Standard-Penetration-Tests



drillexpert GmbH
Siemensstraße 9
79331 Teningen-Nimburg
Tel.:+49(0)7663-60388 - 0
Fax:+49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

B 27 Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, RP Tübingen

Planbezeichnung:

Bodenprofil und Standard-Penetration-Tests

Plan-Nr:

Projekt-Nr: 2010-0041

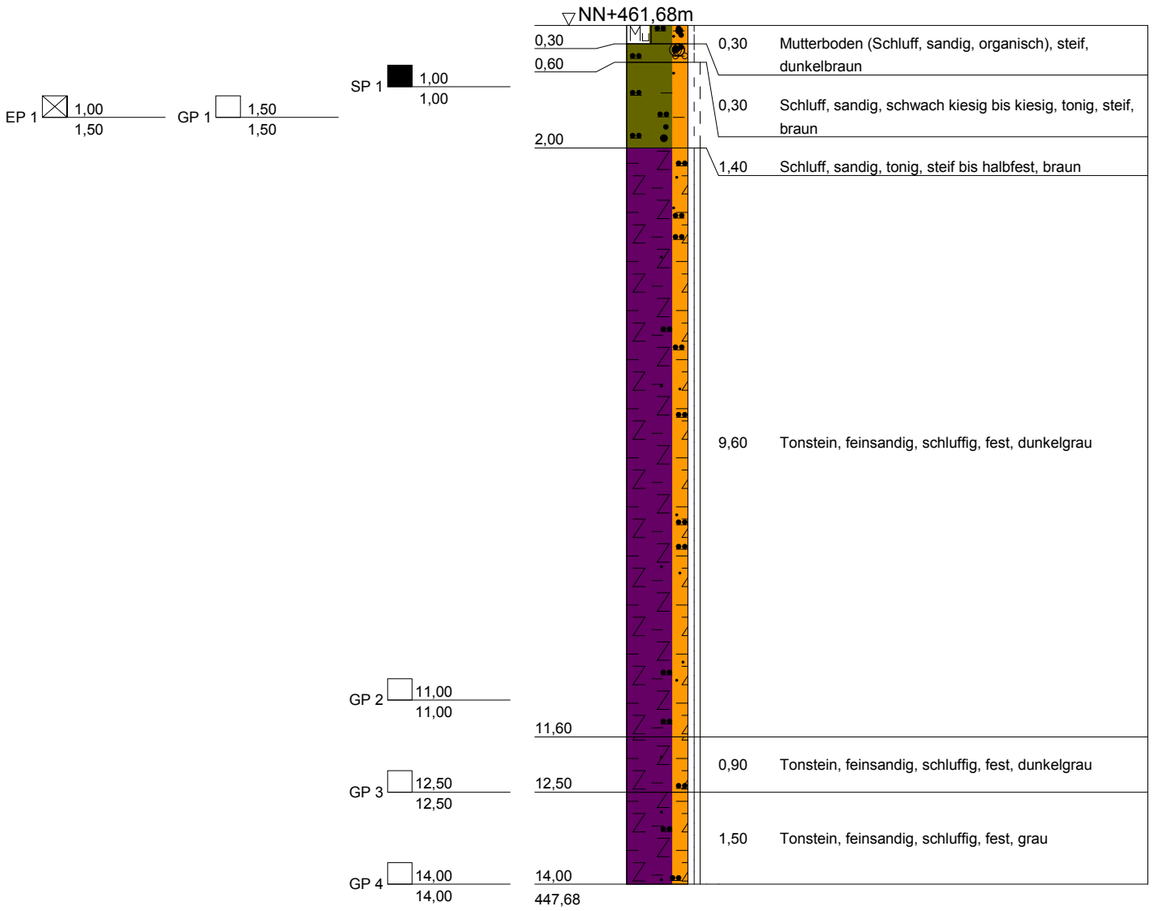
Datum: 17.05.2010

Maßstab: 1 : 100

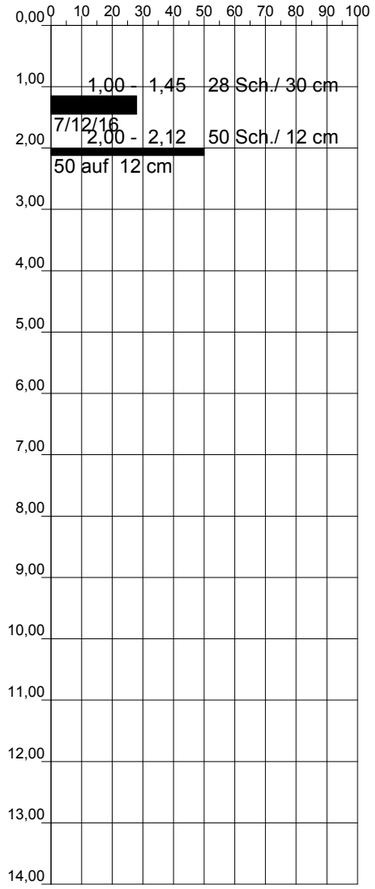
Bearbeiter: Herr Oser

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH

BK 6
Bodenprofil



BK 6
Standard-Penetration-Tests



drillexpert GmbH
Siemensstraße 9
79331 Teningen-Nimburg
Tel.:+49(0)7663-60388 - 0
Fax:+49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

B 27 Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, RP Tübingen

Planbezeichnung:

Bodenprofil und Standard-Penetration-Tests

Plan-Nr:

Projekt-Nr: 2010-0041

Datum: 18.05.2010

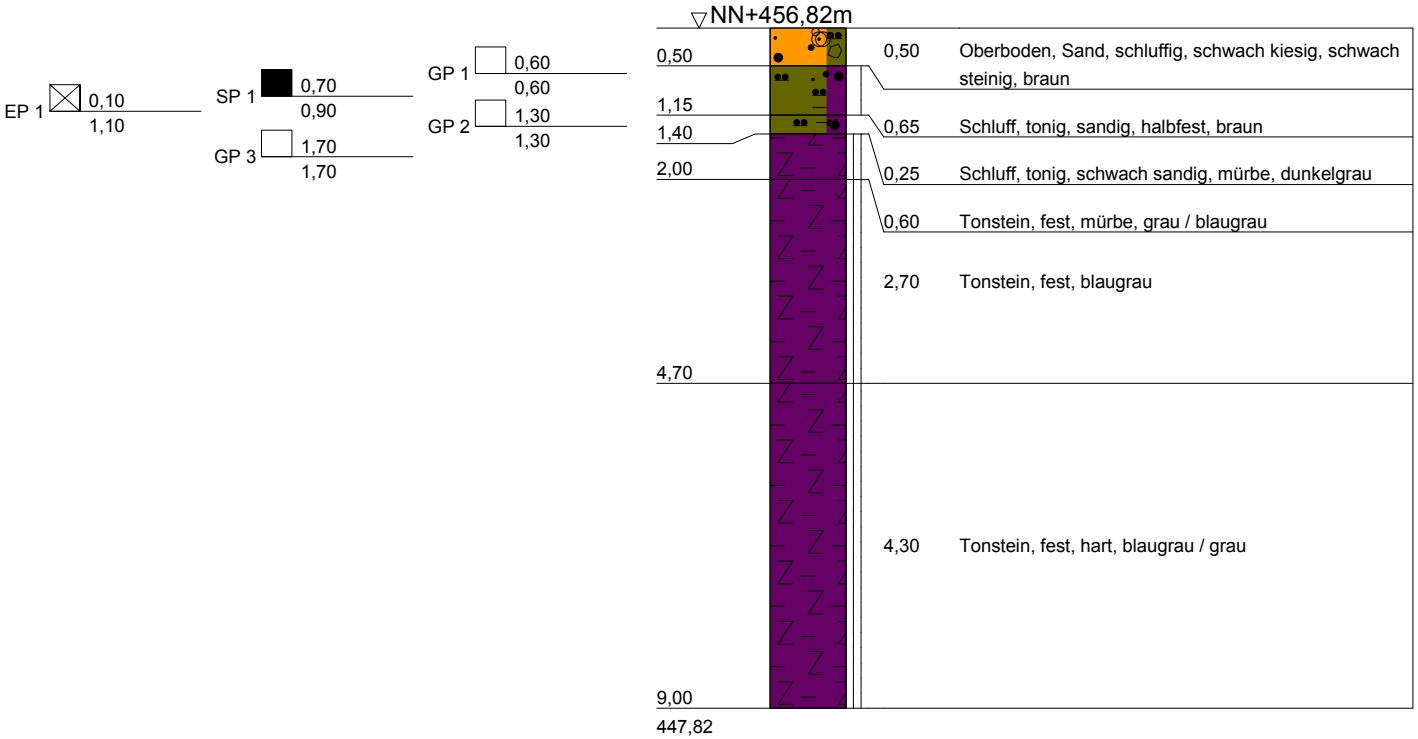
Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: Herr Oser

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH

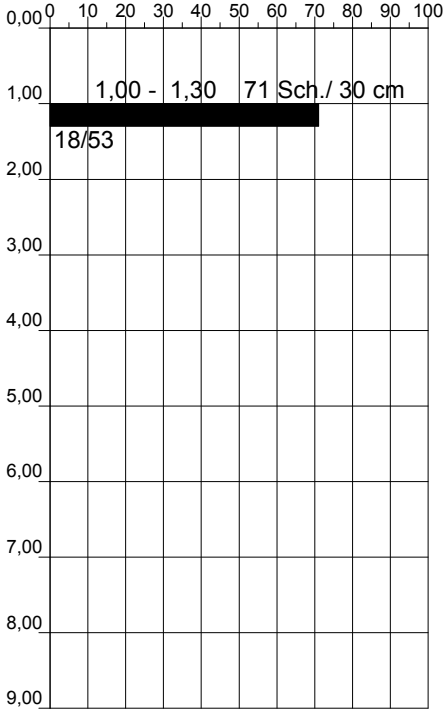
BK 7

Bodenprofil



BK 7

Standard-Penetration-Test



drillexpert GmbH
Siemensstraße 9
79331 Teningen-Nimburg
Tel.:+49(0)7663-60388 - 0
Fax:+49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

B 27 Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, RP Tübingen

Planbezeichnung:

Bodenprofil und Standard-Penetration-Test

Plan-Nr:

Projekt-Nr: 2010-0041

Datum: 18.05.2010

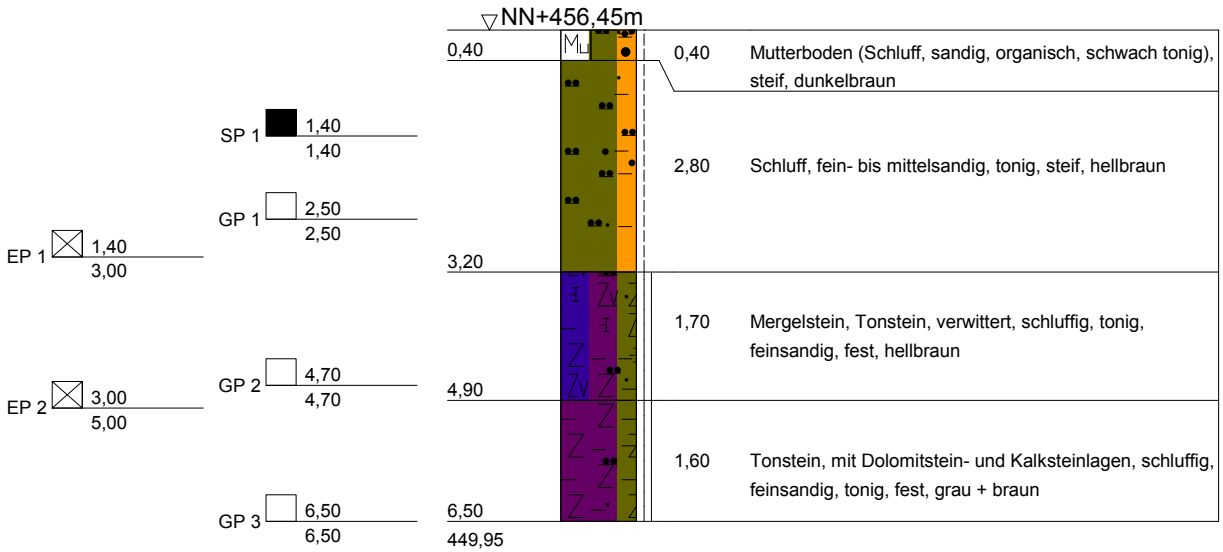
Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: Herr Oser

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH

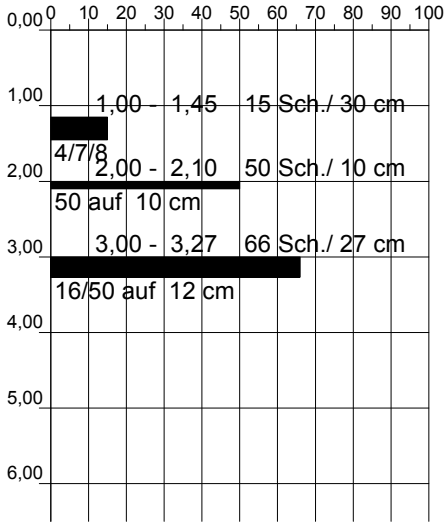
BK 23

Bodenprofil



BK 23

Standard-Penetration-Tests



drillexpert GmbH
Siemensstraße 9
79331 Teningen-Nimburg
Tel.:+49(0)7663-60388 - 0
Fax:+49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

B 27 Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, RP Tübingen

Planbezeichnung:

Bodenprofil und Standard-Penetration-Tests

Plan-Nr:

Projekt-Nr: 2010-0041

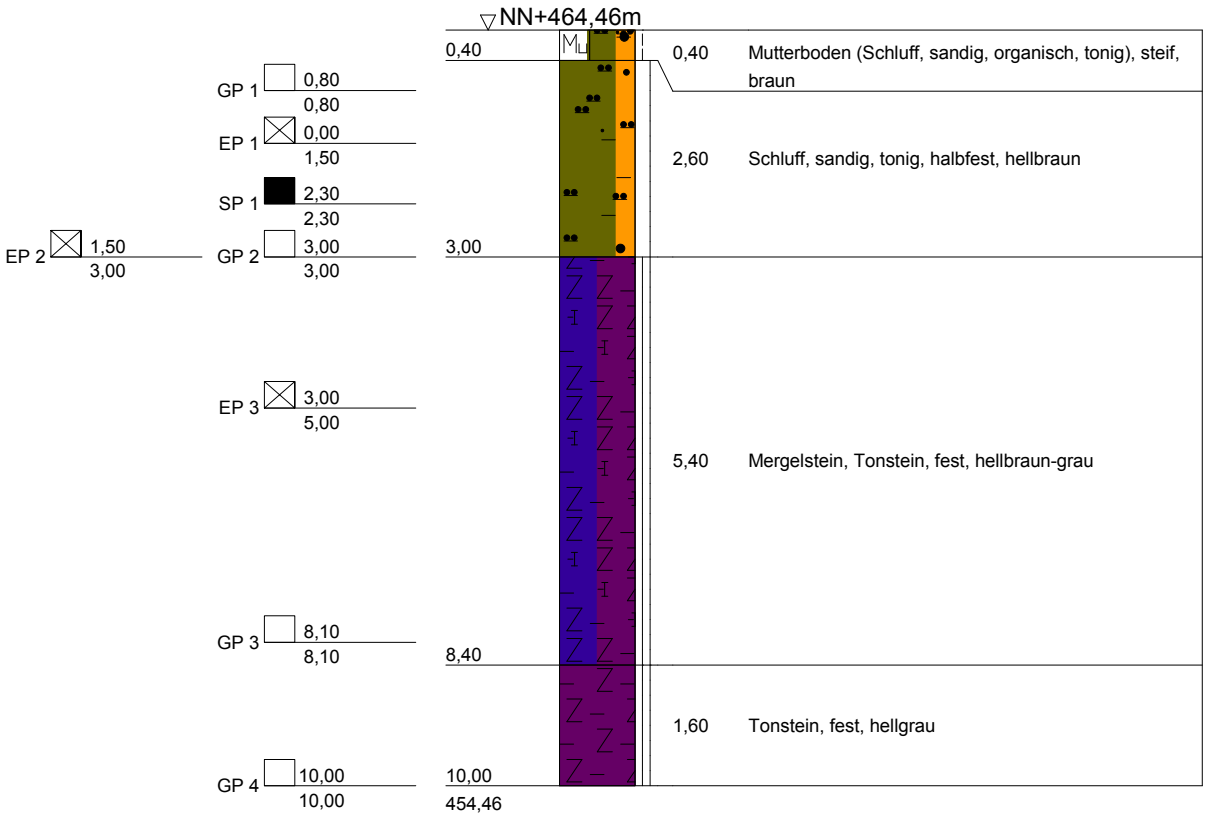
Datum: 28.04.2010

Maßstab: 1 : 100

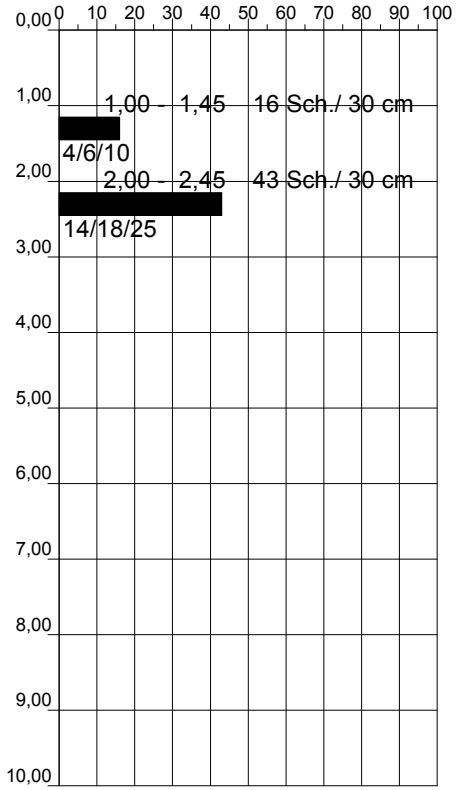
Bearbeiter: Herr Oser

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH

BK 24
Bodenprofil



BK 24
Standard-Penetration-Tests



drillexpert GmbH
Siemensstraße 9
79331 Teningen-Nimburg
Tel.:+49(0)7663-60388 - 0
Fax:+49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

B 27 Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, RP Tübingen

Planbezeichnung:

Bodenprofil und Standard-Penetration-Tests

Plan-Nr:

Projekt-Nr: 2010-0041

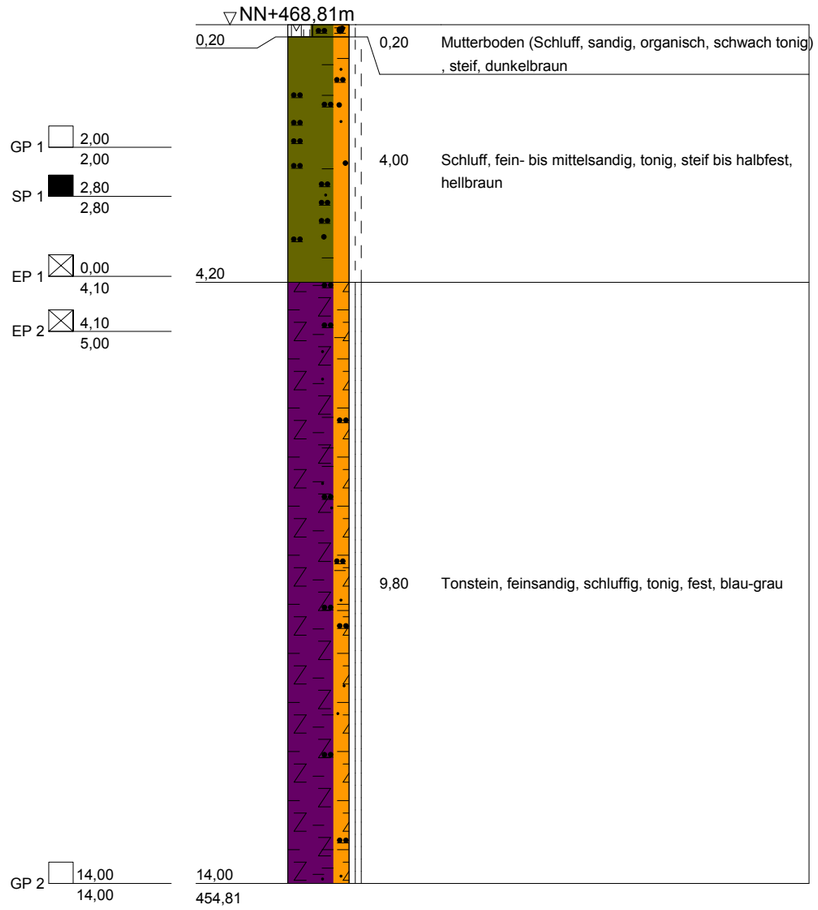
Datum: 26.04.2010

Maßstab: 1 : 100

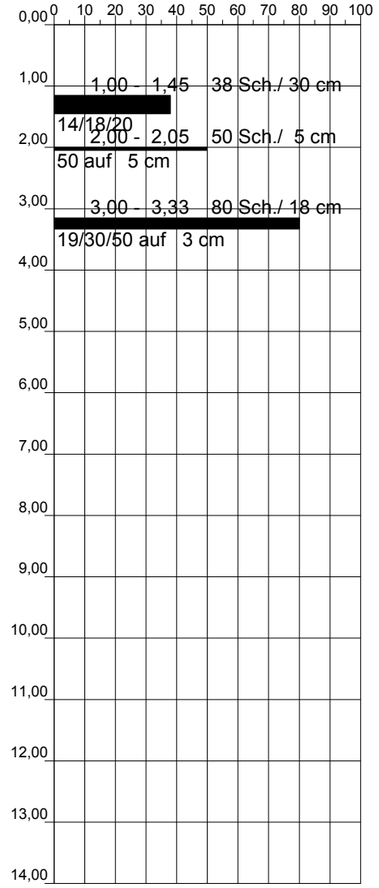
Bearbeiter: Herr Oser

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH

BK 25
Bodenprofil



BK 25
Standard-Penetration-Tests



drillexpert GmbH
Siemensstraße 9
79331 Teningen-Nimburg
Tel.:+49(0)7663-60388 - 0
Fax:+49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

B 27 Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, RP Tübingen

Planbezeichnung:

Bodenprofil und Standard-Penetration-Tests

Plan-Nr:

Projekt-Nr: 2010-0041

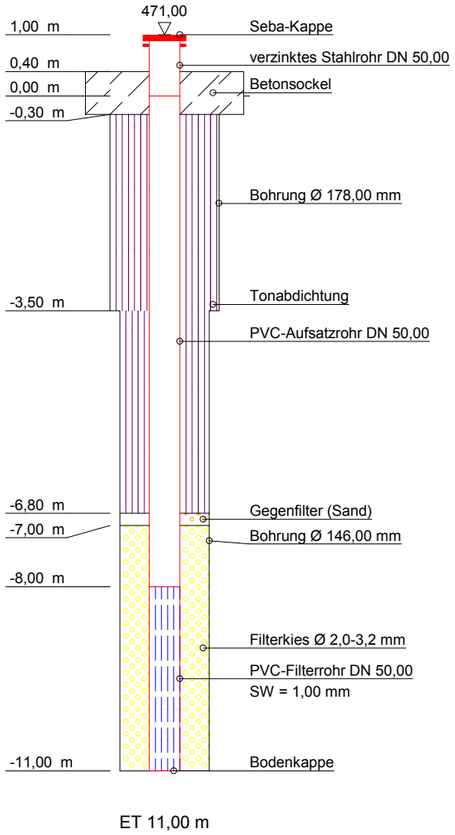
Datum: 27.04.2010

Maßstab: 1 : 100

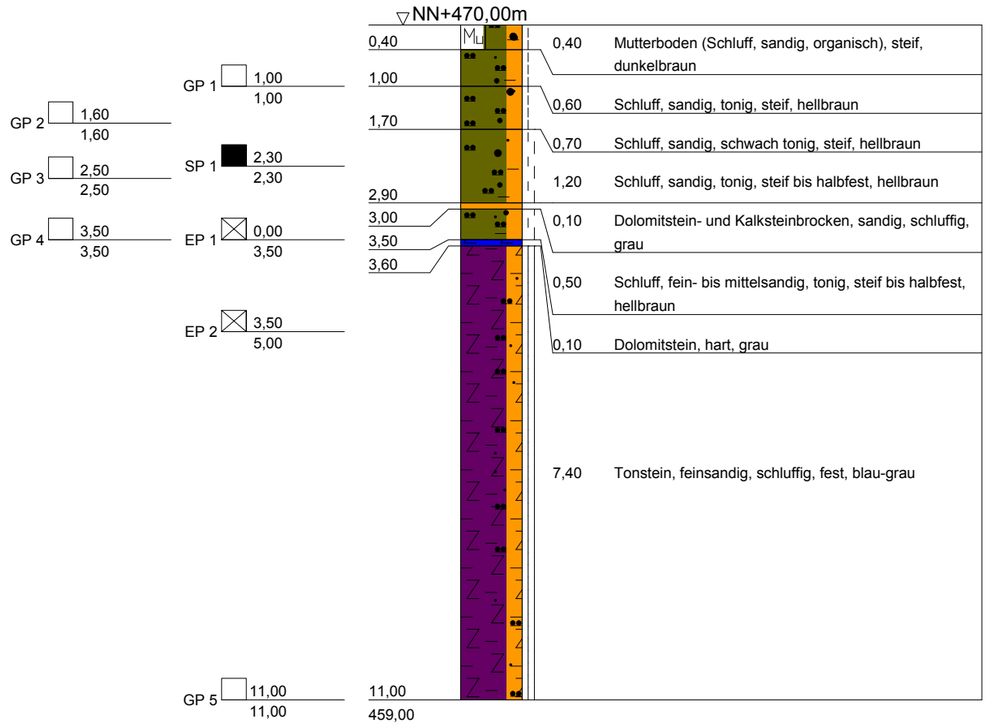
Bearbeiter: Herr Oser

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH

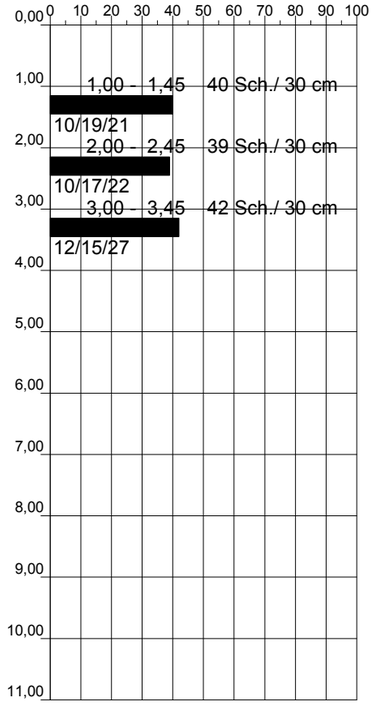
BKP 26
2"-Pegelausbau



BKP 26
Bodenprofil



BKP 26
Standard-Penetration-Tests



drillexpert GmbH
Siemensstraße 9
79331 Teningen-Nimburg
Tel.:+49(0)7663-60388 - 0
Fax:+49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

B 27 Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, RP Tübingen

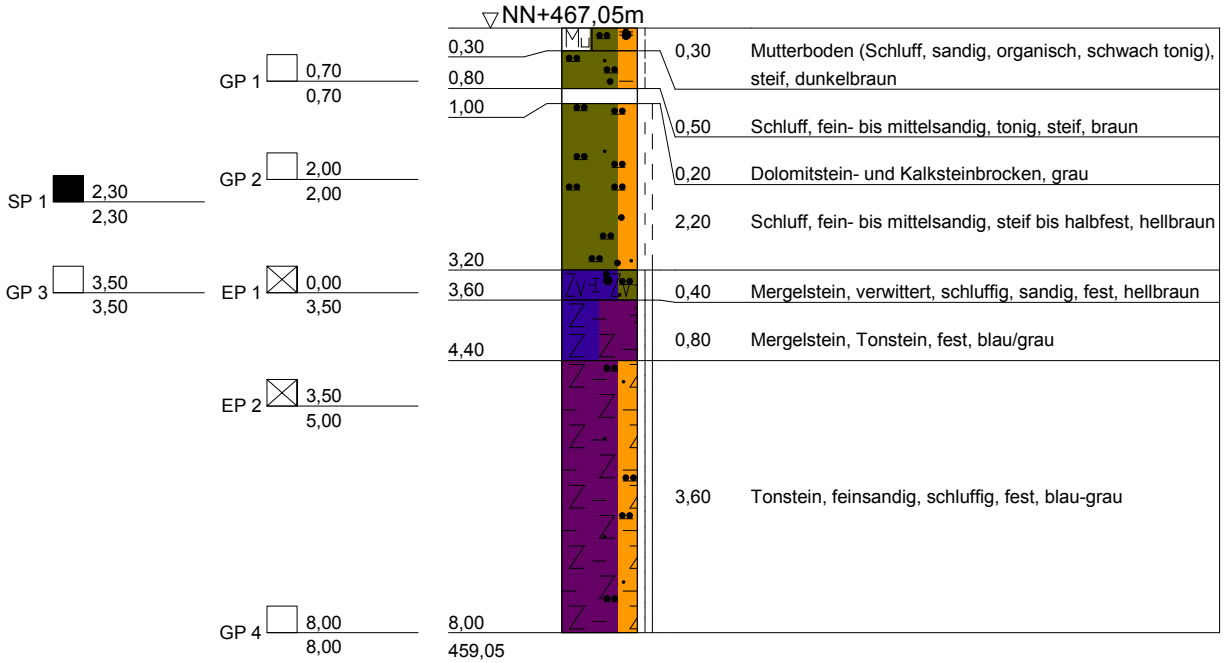
Planbezeichnung:

Pegelausbauskizze, Bodenprofil und Standard-Penetration-Tests

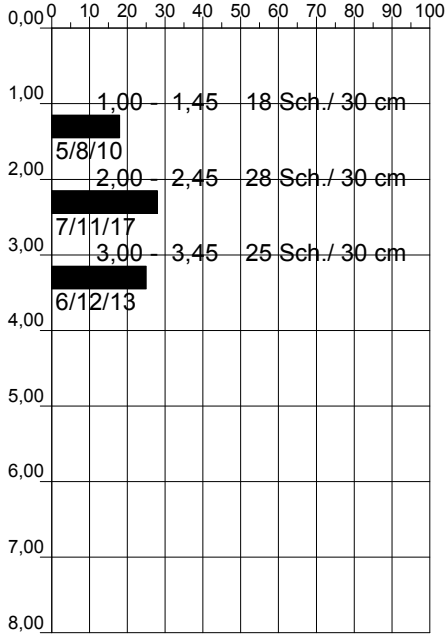
Plan-Nr:	
Projekt-Nr:	2010-0041
Datum:	27.04.2010
Maßstab:	1 : 100
Bearbeiter:	Herr Oser

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH

BK 27
Bodenprofil



BK 27
Standard-Penetration-Tests



drillexpert GmbH
Siemensstraße 9
79331 Teningen-Nimburg
Tel.:+49(0)7663-60388 - 0
Fax:+49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

B 27 Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, RP Tübingen

Planbezeichnung:

Bodenprofil und Standard-Penetration-Tests

Plan-Nr:

Projekt-Nr: 2010-0041

Datum: 27.04.2010

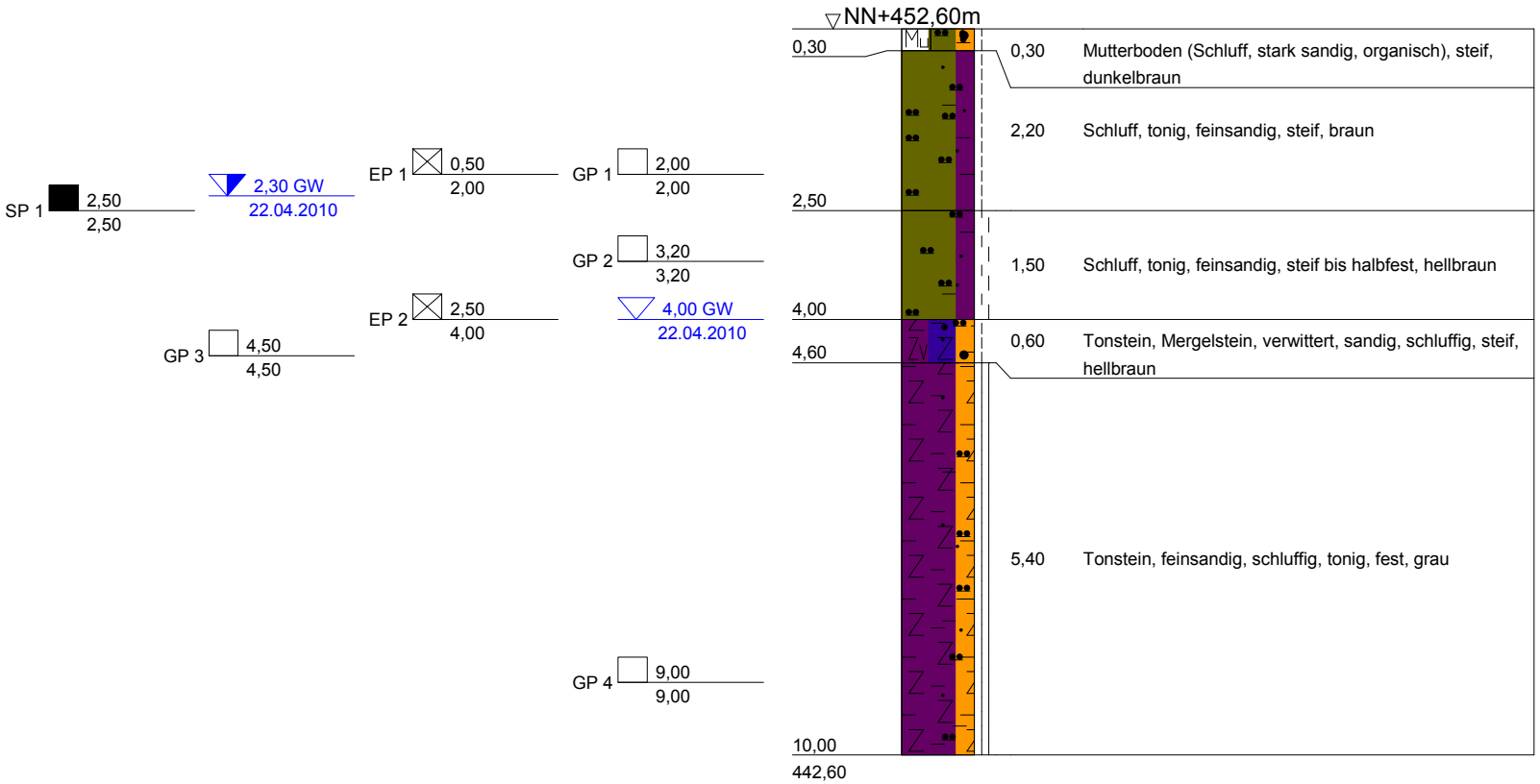
Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: Herr Oser

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH

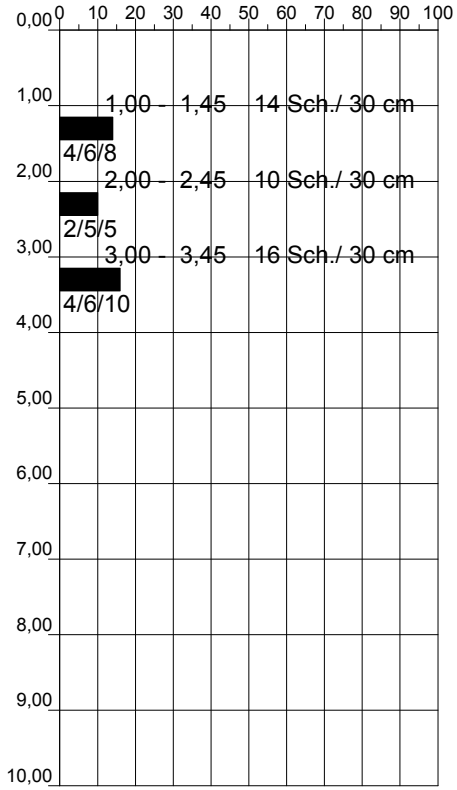
BK 28

Bodenprofil



BK 28

Standard-Penetration-Tests



drillexpert GmbH
Siemensstraße 9
79331 Teningen-Nimburg
Tel.:+49(0)7663-60388 - 0
Fax:+49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

B 27 Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, RP Tübingen

Planbezeichnung:

Bodenprofil und Standard-Penetration-Tests

Plan-Nr:

Projekt-Nr: 2010-0041

Datum: 22.04.2010

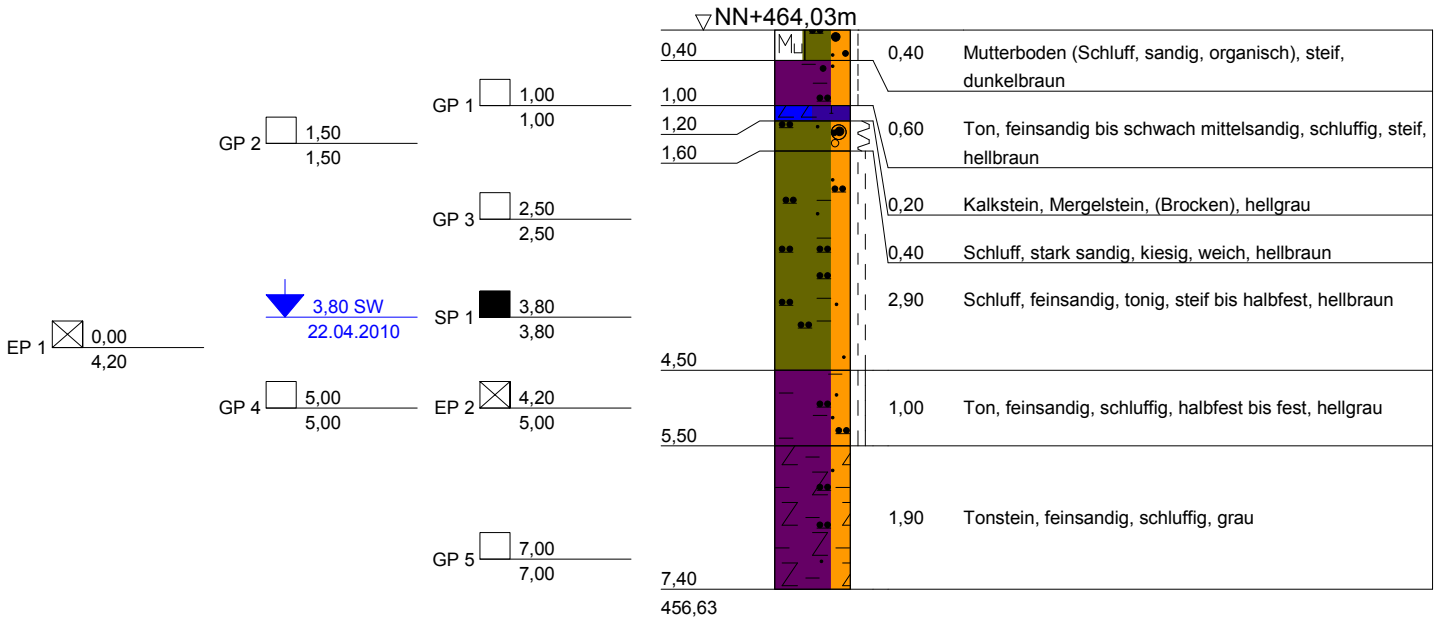
Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: Herr Oser

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH

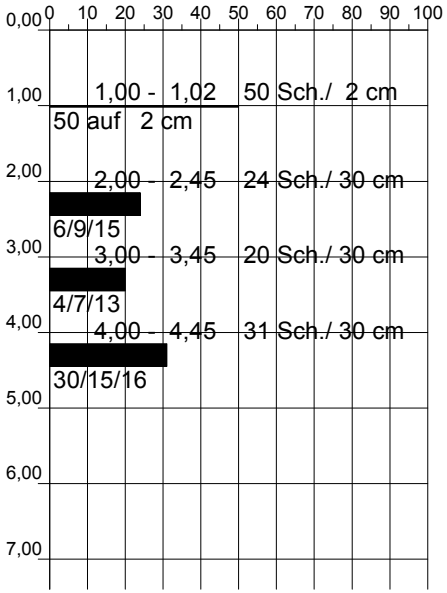
BK 29

Bodenprofil



BK 29

Standard-Penetration-Tests



drillexpert GmbH
Siemensstraße 9
79331 Teningen-Nimburg
Tel.:+49(0)7663-60388 - 0
Fax:+49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

B 27 Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, RP Tübingen

Planbezeichnung:

Bodenprofil und Standard-Penetration-Tests

Plan-Nr:

Projekt-Nr: 2010-0041

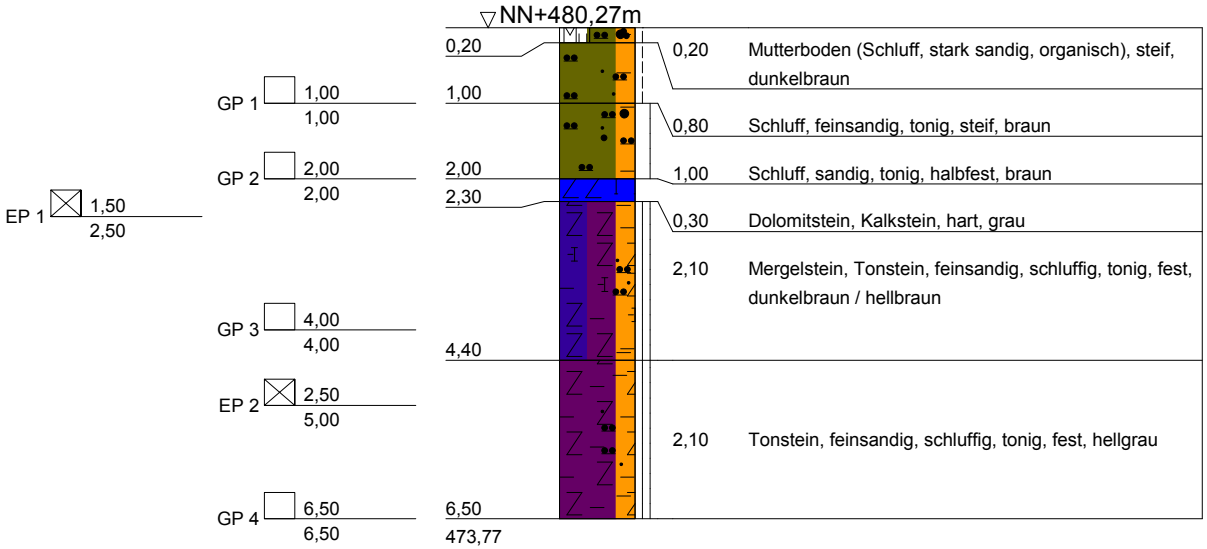
Datum: 22.04.2010

Maßstab: 1 : 100

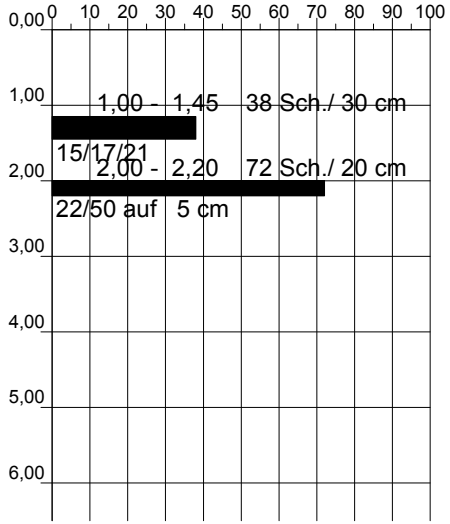
Bearbeiter: Herr Oser

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH

BK 30
Bodenprofil



BK 30
Standard-Penetration-Tests



drillexpert GmbH
Siemensstraße 9
79331 Teningen-Nimburg
Tel.:+49(0)7663-60388 - 0
Fax:+49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

B 27 Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, RP Tübingen

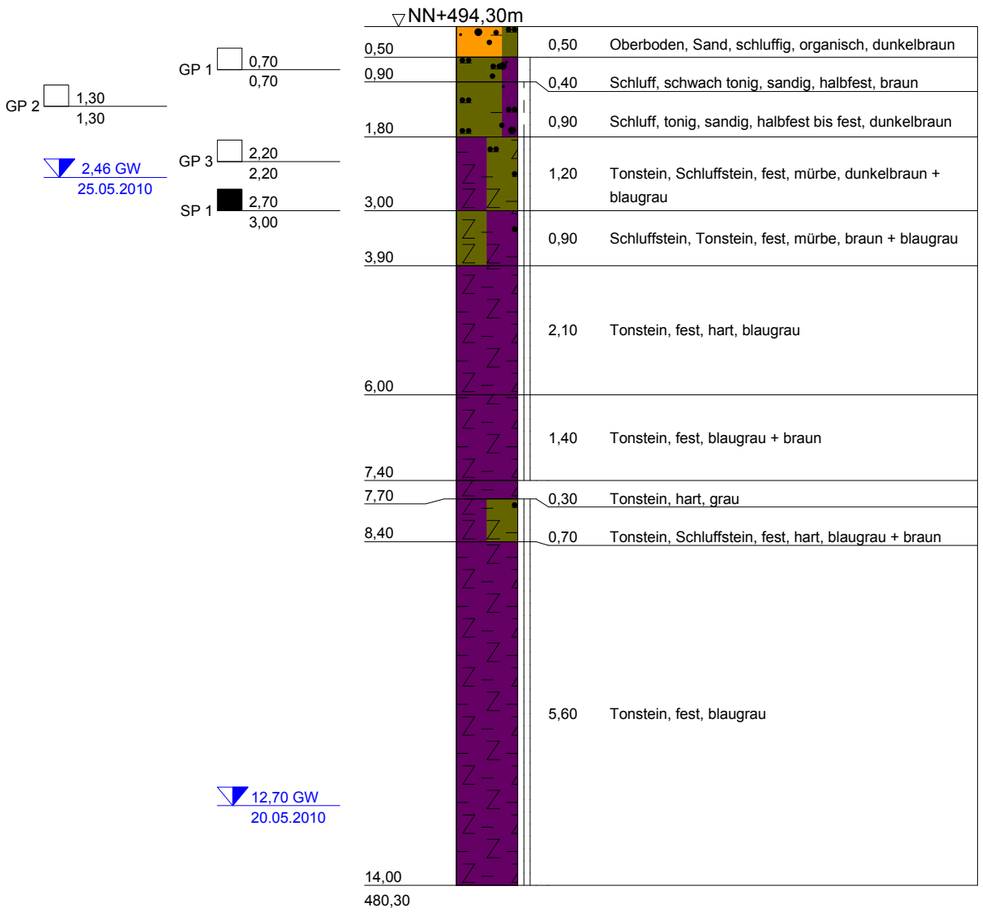
Planbezeichnung:

Bodenprofil und Standard-Penetration-Tests

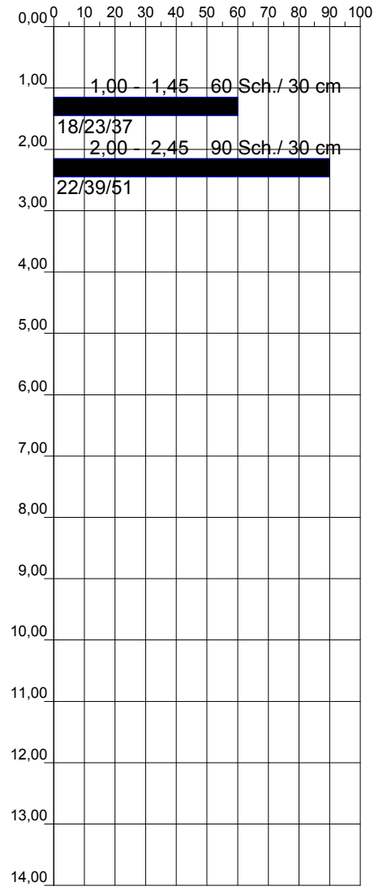
Plan-Nr:	
Projekt-Nr:	2010-0041
Datum:	26.04.2010
Maßstab:	1 : 100
Bearbeiter:	Herr Oser

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH

BK 31
Bodenprofil



BK 31
Standard-Penetration-Test



drillexpert GmbH
Siemensstraße 9
79331 Teningen-Nimburg
Tel.:+49(0)7663-60388 - 0
Fax:+49(0)7663-60388 - 22

Bauvorhaben:

B 27 Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, RP Tübingen

Planbezeichnung:

Bodenprofil und Standard-Penetration-Test

Plan-Nr:

Projekt-Nr: 2010-0041

Datum: 20.05.2010

Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: Herr Oser

Copyright © 1994-2007 IDAT GmbH

Schichtenfolgen der Kernbohrungen des Landesamts B.-W. 1980

- B 1 bis B 7

(4 Blatt)

18015fz231.cdr, 10.04.19

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG **Bohrprofil**	Anlage 1 / Seite 1 Gutachten Nr. II/3-1375/80 vom 24.7.1980
Bohrung/Projekt Pegelbohrungen B1-B7 Ausbau der B27 im Heilquellen-Schutzgebiet Bad Sebastiansweiler	TK 25 7520 Mössingen u. 7620 Junginge
Gemarkung Mössingen	Koordinaten r } s. unten h Ansatz (m ü. NN) }
Kreis Tübingen	Lage entlang B27 bei Bad Sebastians-weiler
Bohrfirma Dr. Waschek	Geol. Aufnahme durch Dr. Ohmert u. Dr. Villinge
Bohrmeister/Bohrzeit Schmidt/ März/April 1980	nach ausgelegten/aufbewahrten Proben am 17.4.1980
Bohrverfahren Rotationsbohrungen	Kerne (von-bis, ϕ) durchgehend; ϕ 131 mm
Bohr-ϕ (mm) 220/146/131 mm	Kurzprofil
Filter (von-bis, ϕ)	
Wasserspiegel angetr. m unter Ruhewasserspiegel m unter = m ü. NN am	Weitere Untersuchungen/Bemerkungen Hydrochemische Analysen

Pegelbohrung B1: r 01 820, h 63 040 , 7520 Mössingen

Geländehöhe: 459,55 m ü.NN
Rohroberkante(ROK): 460,15 m ü.NN
Filterstrecke: 4,0 - 9,0 m u.Gel. (0,5 m ü.Gel)
kein Grundwasser angetroffen

Überdeckung:	0 - 5,30 m
0 - 0,40 m	Lehm, braun, steif, humos
- 1,65 m	Lehm, ocker, rostige Flecken (verwitterte Pyritkonkretionen), halbfest
- 5,30 m	Mergel, bröckelig, stark verwittert, Bröckchen von plastifiziertem Ton umgeben; oben ockergrau, nach unten mehr grau; Ruschmasse?
Lias delta:	5,30 - 8,00 m
- 8,00 m	Tonmergel, oben bröckelig, nach unten blättrig
E.T.	aufgewittert, halbfest; hellgrau, rostbräunlich anwitternd, Klüfte mit rostigen Belägen

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG **Bohrprofil**	Anlage 1 / Seite 2 Gutachten Nr. II/3-1375/80 vom 24.7.1980 / Bohrung Ausbau B27 Projekt Bad Sebastiansweiler

Pegelbohrung B2: r 01 550, h 62 830; 7520 Mössingen

Geländehöhe: 462,60 m ü.NN
Rohroberkante(ROK): 463,13 m ü.NN
Filterstrecke: 3,0 - 7,0 m u.Gel.
Wasserspiegel am 3.4.80: 6,25 m u.ROK = 456,88 m ü.NN

Verwitterungslehm: 0 - 4,50 m

0 - 0,25 m	Lehm, humos, dunkelbraun
- 4,22 m	Lehm, stark tonig, steif - halbfest; ocker, z.T. grau u. rostbraun marmoriert; ab 1,5 m mit einzelnen eckigen, hellgrauen Lias-delta-Kalksteinbrocken (ø bis 15 cm)
- 4,25 m	kohlige Lage mit Eisenausfällung an der Ober- und Untergrenze
- 4,50 m	Lehm wie vorher, ohne Steine

Lias delta: 4,50 - 8,00 m

- 5,38 m	Mergel, blättrig aufgelockert, mittelgrau, mit Pyrit u. Belemniten,
- 5,70 m	Kalkmergelstein, hart, mittelgrau, kleine Cardien u. Pecten, Belemniten, Pyritkonkretionen (ø bis 1 cm), einzelne Fukoiden, bei 4,55 m Ammonit mit Zopfkiel.
- 7,90 m	Mergelstein, hart, mittelgrau; kleine unbestimmbare Ammoniten, kleine Pyritkonkretionen (1 cm ø); viele Belemmiten, kleine Muscheln und Pyritkonkretionen, Rhynchonellen; bei 7,60 - 7,65 m Fukoiden, bei 7 - 7,5 m große Limen
- 8,00 m E.T.	Kalkstein, hart, splittrig, mittelgrau, mit grossen Grabgängen und Belemniten

Pegelbohrung B3: r 01 260, h 62 570 , 7520 Mössingen

Geländehöhe: 461,75 m ü.NN
Rohroberkante(ROK): 462,20 m ü.NN
Filterstrecke: 3,0 - 7,0 m u. ROK
Wasserspiegel am 3.4.1980: 7,80 m u.ROK = 454,40 m ü.NN

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG **Bohrprofil**	Anlage 1 / Seite 3 Gutachten Nr. II/3-1375/80 vom 24.7.1980 / Bohrung Ausbau B27 Projekt Bad Sebastiansweiler

Auffüllung:	0 - 2,00 m
0 - 0,28 m	Lehm, dunkelbraun, humos
- 2,00 m	Mergel- und Mergelkalkstein, bröckelig (Lias-delta-Material)
Verwitterungslehm:	2,00 - 5,85 m
- 3,00 m	Ton, steif, hellbraun, unten grau- und rostfleckig
- 4,65 m	Ton, wie vorher, braun
- 5,85 m	Ton, wie vorher, braun, graufleckig, mit einzelnen Kalksteinbrocken des Lias delta (hellgrau, hart)
Lias delta:	5,85 - 8,00 m
- 6,47 m	Ton, hellgrünlichgrau mit Rostflecken, Schichtung nur schwach erkennbar, sehr stark verwittert
- 6,90 m	Tonmergel, stark aufgewittert, bräunlichgrau, mit rostigen Belägen, halbfest
- 8,00 m E.T.	Tonmergel, bröckelig bis blättrig aufgewittert, grau, mit Belemniten

Pegelbohrung B4: r 00 920 , h 62 280 , 7620 Jungingen

Geländehöhe: 478,10 m ü.NN

Rohroberkante(ROK): 478,52 m ü.NN

Filterstrecke: 2 - 6 m u.Gel.

Wasserspiegel am 3.4.1980: 2,70 m u.ROK = 475,82 m ü.NN

Verwitterungslehm:	0 - 1,10 m
0 - 0,25 m	Lehm, braun, humos
- 1,10 m	Lehm, hellbraun, rostfleckig, mit grauen Kalksteinbrocken
Lias epsilon:	1,10 - 7,70 m
- 1,40 m	Schieferton, aufgewittert, graubraun
- 1,70 m	Schieferton, blättrig, dunkelgrau, zahlreiche Posidonien u. Inoceramen
- 1,79 m	Stinkkalkstein, hart, splittrig, dunkelgrau, dicht, etwas Pyrit,

GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG **Bohrprofil**	Anlage 1 / Seite 4 Gutachten Nr. II/3-1375/80 vom 24.7.1980 / Bohrung Ausbau B27 Projekt Bad Sebastiansweiler

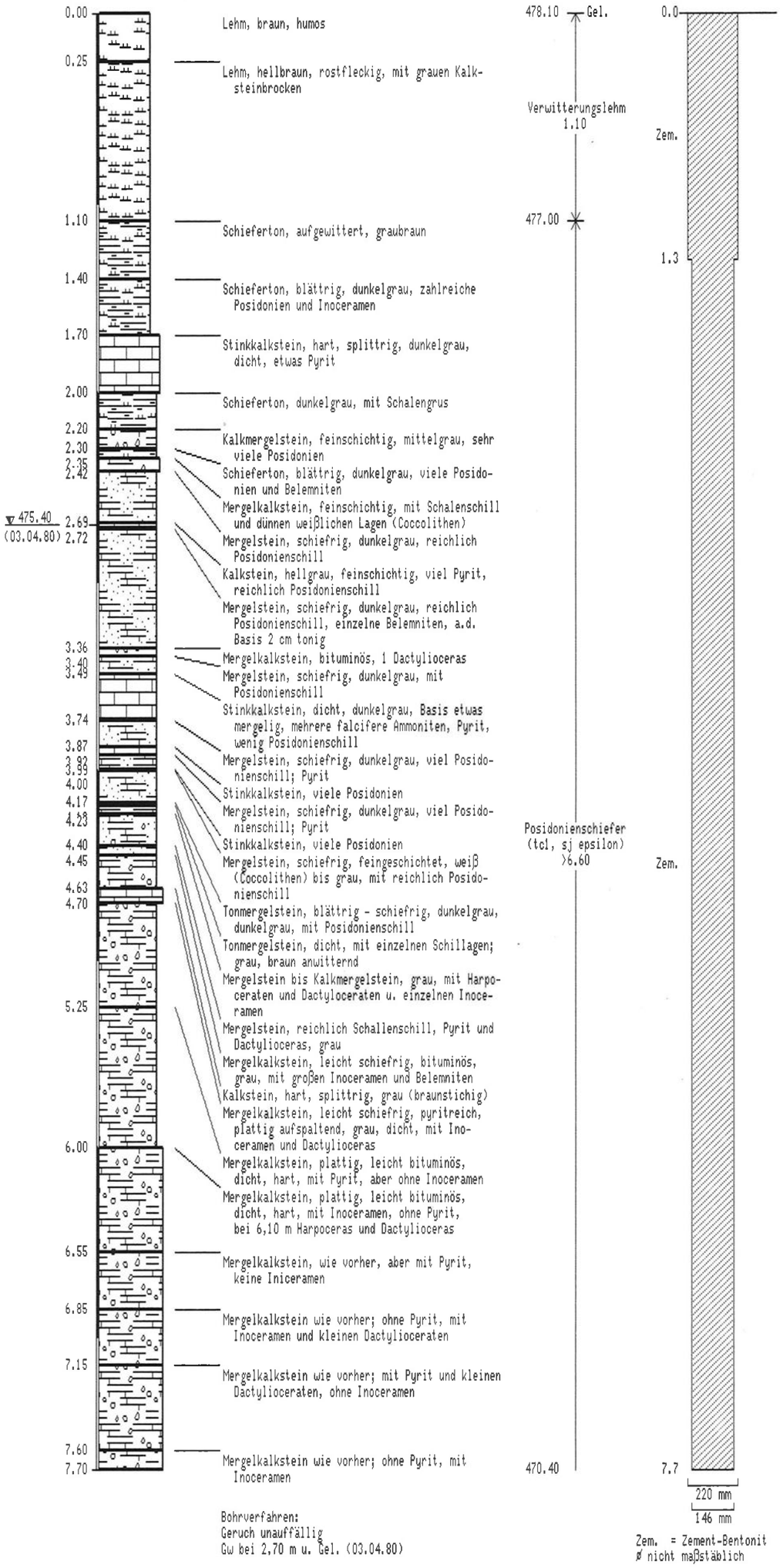
- 2,00 m	Schieferton, dunkelgrau, mit Schalengrus
- 2,30 m	Kalkmergelstein, feinschichtig, mittelgrau, sehr viele Posidonien
- 2,35 m	Schieferton, blättrig, dunkelgrau, viele Posidonien und Belemniten
- 2,42 m	Mergelkalkstein, feinschichtig, mit Schalenschill und dünnen weißlichen Lagen (Coccolithen)
- 2,69 m	Mergelstein, schiefrig, dunkelgrau, reichlich Posidonienschill
- 2,72 m	Kalkstein, hellgrau, feinschichtig, viel Pyrit, reichlich Posidonienschill
- 3,36 m	Mergelstein, schiefrig, dunkelgrau, reichlich Posidonienschill, einzelne Belemniten, a.d. Basis 2 cm tonig
- 3,40 m	Mergelkalkstein, bituminös, 1 Dactylioceras
- 3,49 m	Mergelstein, schiefrig, dunkelgrau, mit Posidonienschill
- 3,74 m	Stinkkalkstein, dicht, dunkelgrau, Basis etwas mergelig, mehrere falcifere Ammoniten, Pyrit, wenig Posidonienschill
- 3,87 m	Mergelstein, schiefrig, dunkelgrau, viel Posidonienschill; Pyrit
- 3,92 m	Stinkkalkstein, viele Posidonien
- 3,99 m	Mergelstein, wie vorher
- 4,00 m	Stinkkalkstein, wie vorher
- 4,17 m	Mergelstein, schiefrig, feingeschichtet, weiß (Coccolithen) bis grau, mit reichlich Posidonienschill
- 4,19 m	Tonmergelstein, blättrig - schiefrig, dunkelgrau, mit Posidonienschill
- 4,23 m	Tonmergelstein, dicht, mit einzelnen Schillagen; grau, braun anwitternd
- 4,40 m	Mergelstein bis Kalkmergelstein, grau, mit Harpoceraten und Dactylioceraten u. einzelnen Inoceramen
- 4,45 m	Mergelstein, reichlich Schalenschill, Pyrit und Dactylioceras, grau
- 4,63 m	Mergelkalkstein, leicht schiefrig, bituminös, grau, mit großen Inoceramen und Belemniten

gez.	gepr.	gepr.
M	Ro	Br

TK 25: 7520 Mössingen
R ≃ 35 00 920,0 / H ≃ 53 62 280,0
Lage siehe auch Anlage 1.2
Ansatzhöhe: 478.10 mNN (= Gel.)

gebohrt von: GL BW
am : 24.07.80
aufgenommen: Geologisches Landesamt BW
G:`S&P`AUFTR18`18015`B04alt.bpr; 08.10.2018

B 4-alt GwM



Bohrverfahren:
Geruch unauffällig
Gw bei 2,70 m u. Gel. (03.04.80)

Zem. = Zement-Bentonit
ø nicht maßstäblich

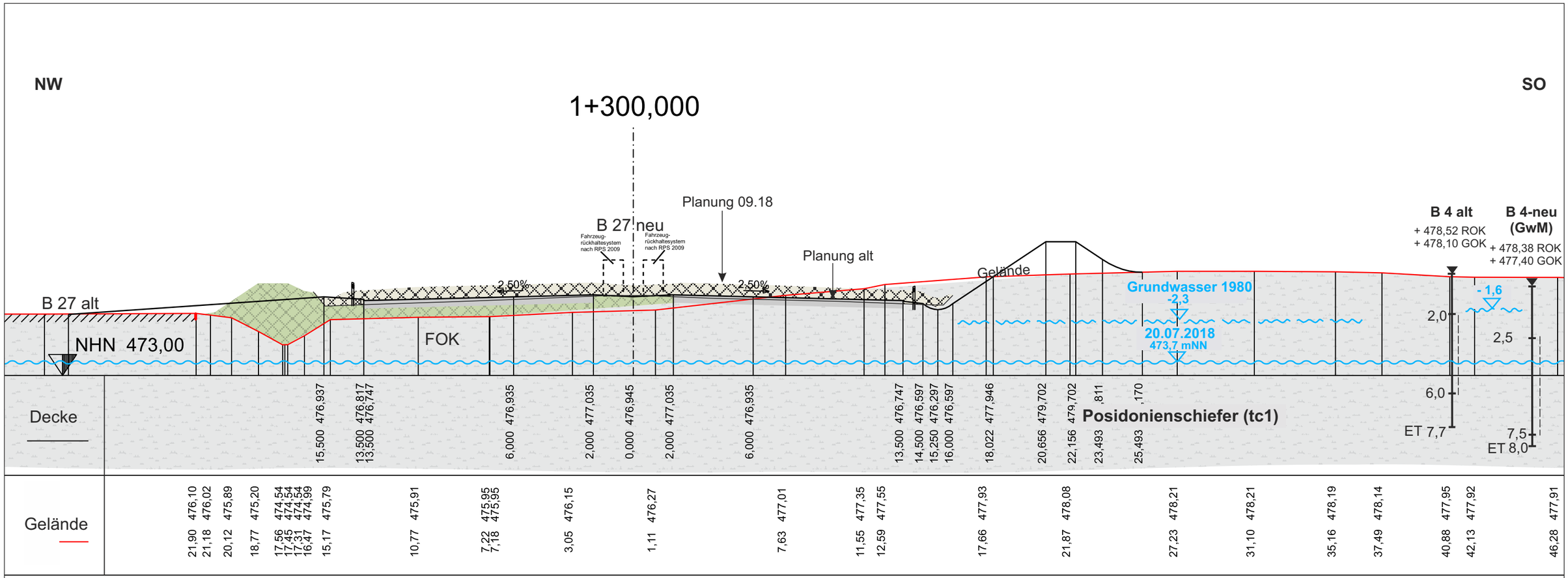
Geologisch-hydrogeologisches Gutachten
18-015 Bodelshausen-Nehren B27: Zweibahniger Ausbau

S&P

Schichtenfolge der Kernbohrung
B 4-alt GwM

Maßstab
1:25

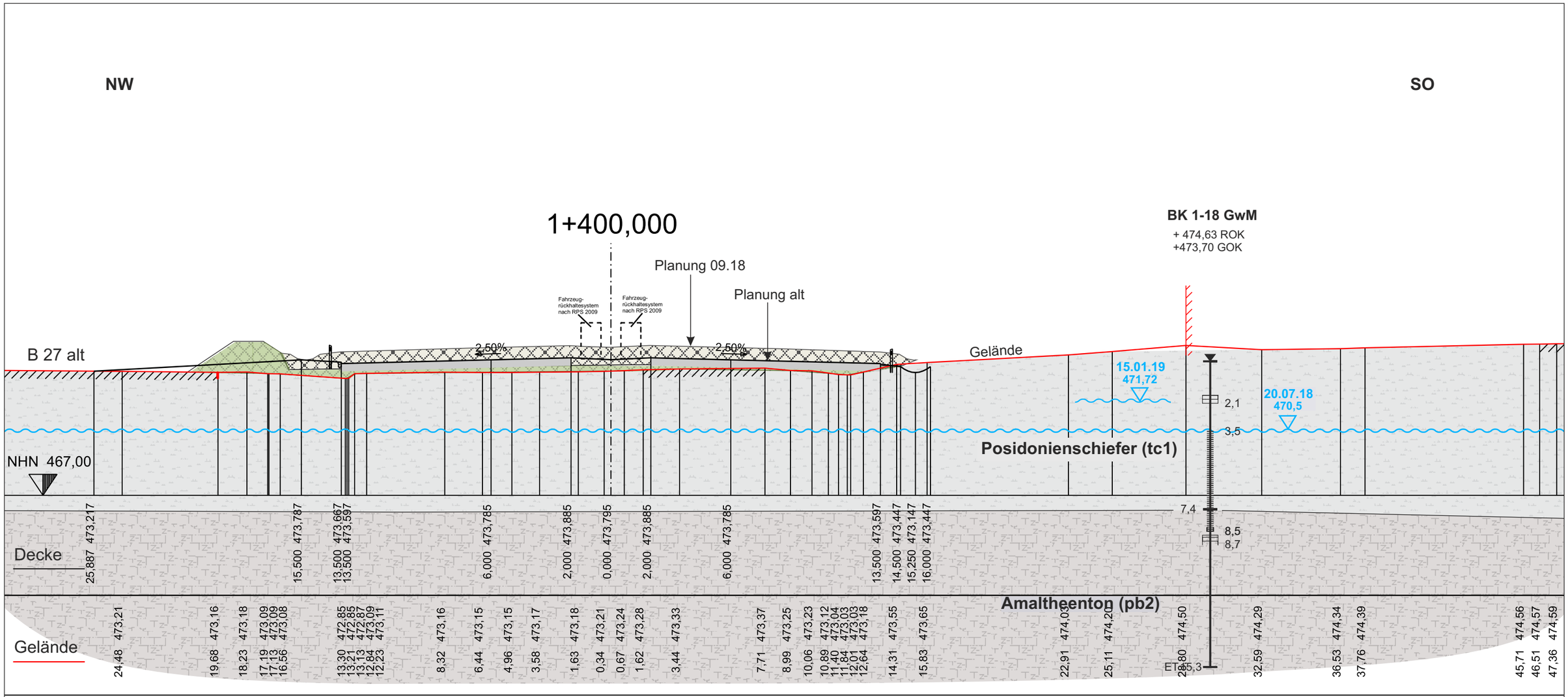
Anlage
2.3.2



gez.	gepr.	gepr.
ad	-	Br

18015fz31.cdr, 10.04.19

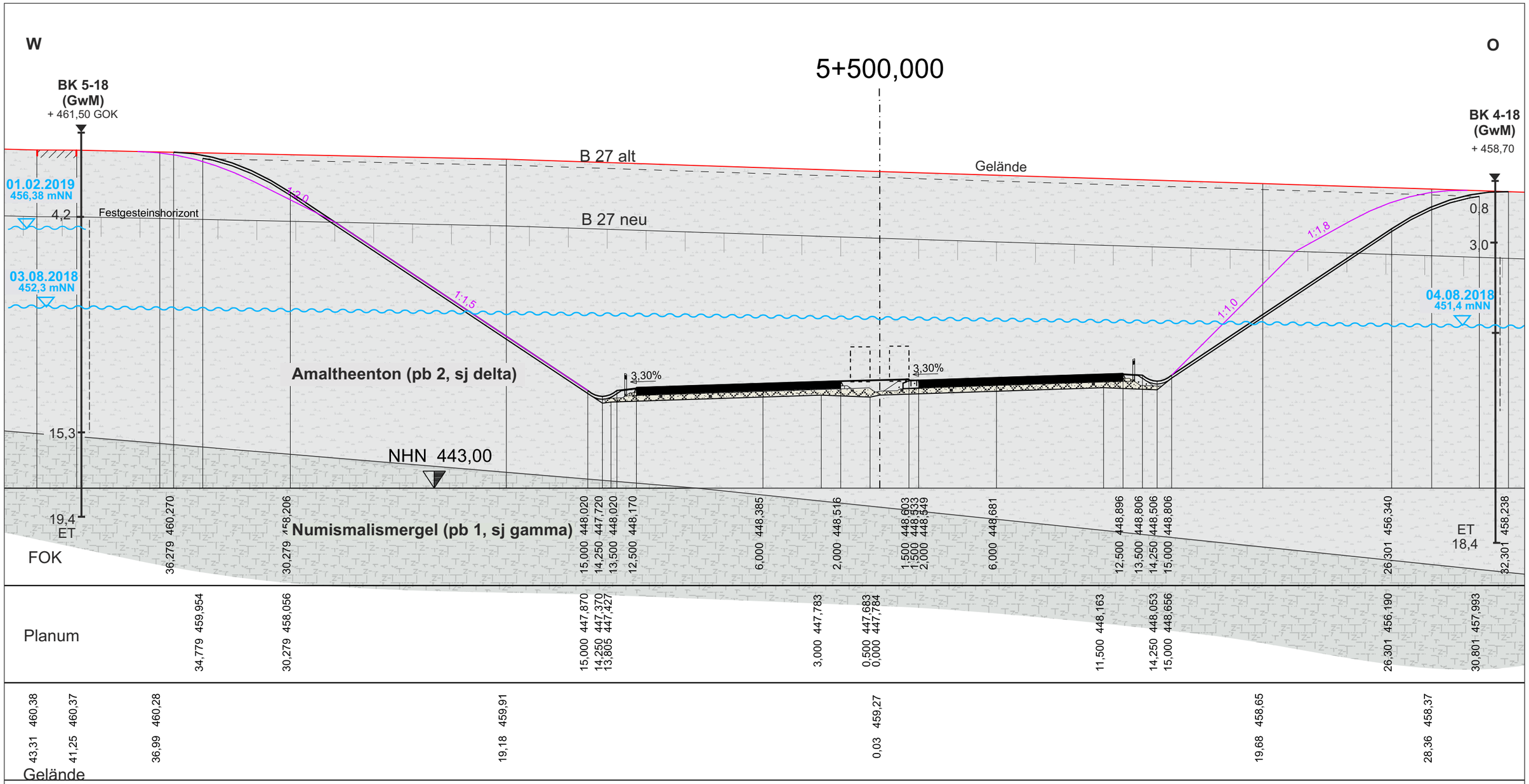
Geologischer Querschnitt (NW - SO) Bau-km 1+300	Maßstab 1:200	Anlage 3.1



gez.	gepr.	gepr.
ad	-	Br

18015fz32.cdr, 10.04.19

Geologischer Querschnitt (NW - SO) Bau-km 1+400	Maßstab 1:200	Anlage 3.2



gez.	gepr.	gepr.
ad	-	Br

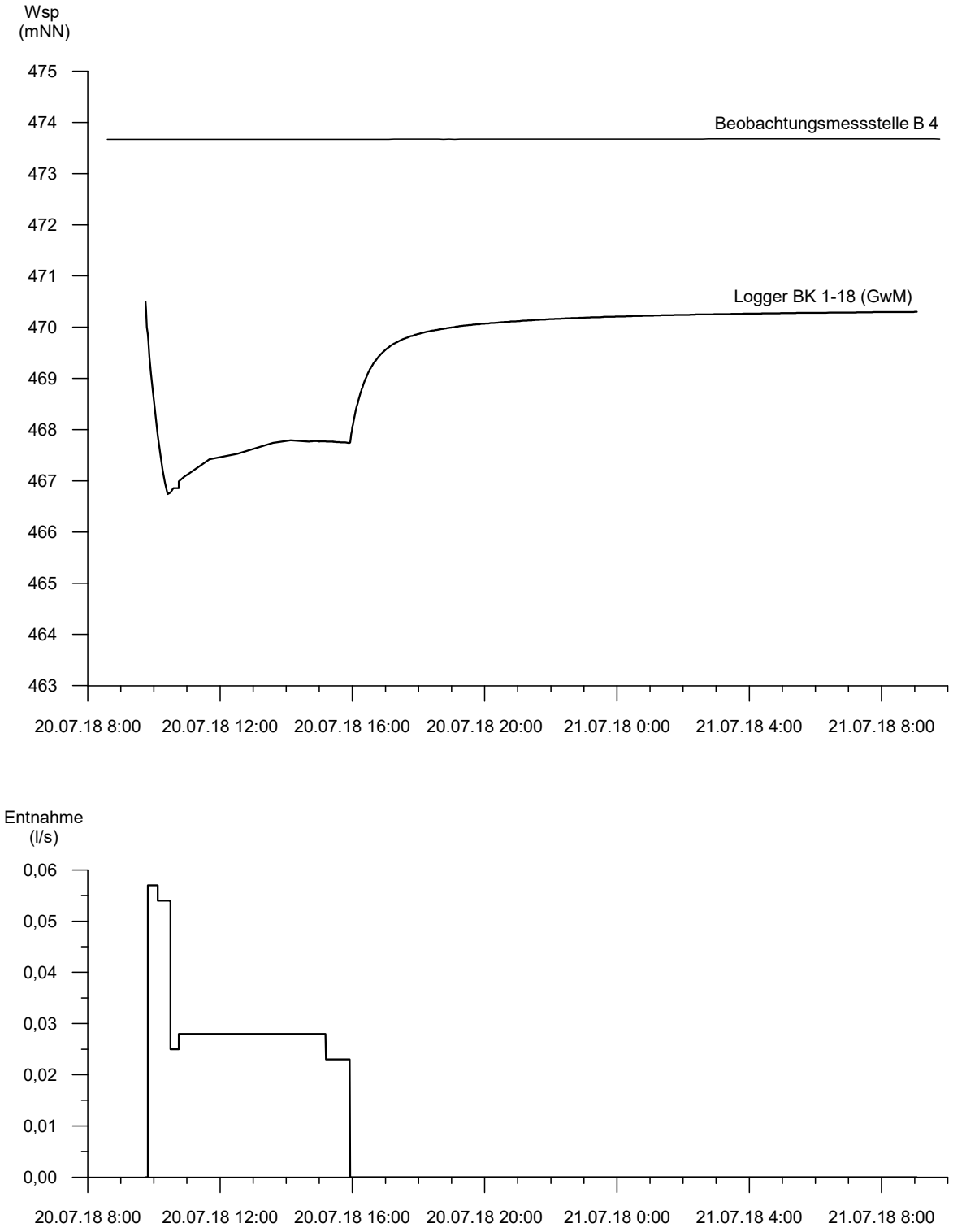
18015fz33.cdr, 10.04.19

Geologischer Querschnitt (W - O) Bau-km 5+500 (Endelberg)	Maßstab 1:200	Anlage 3.3

Pumpversuch
in der BK 1-18 GwM am 20.07.18

(2 Blatt)

18015fz411.cdr, 10.04.19

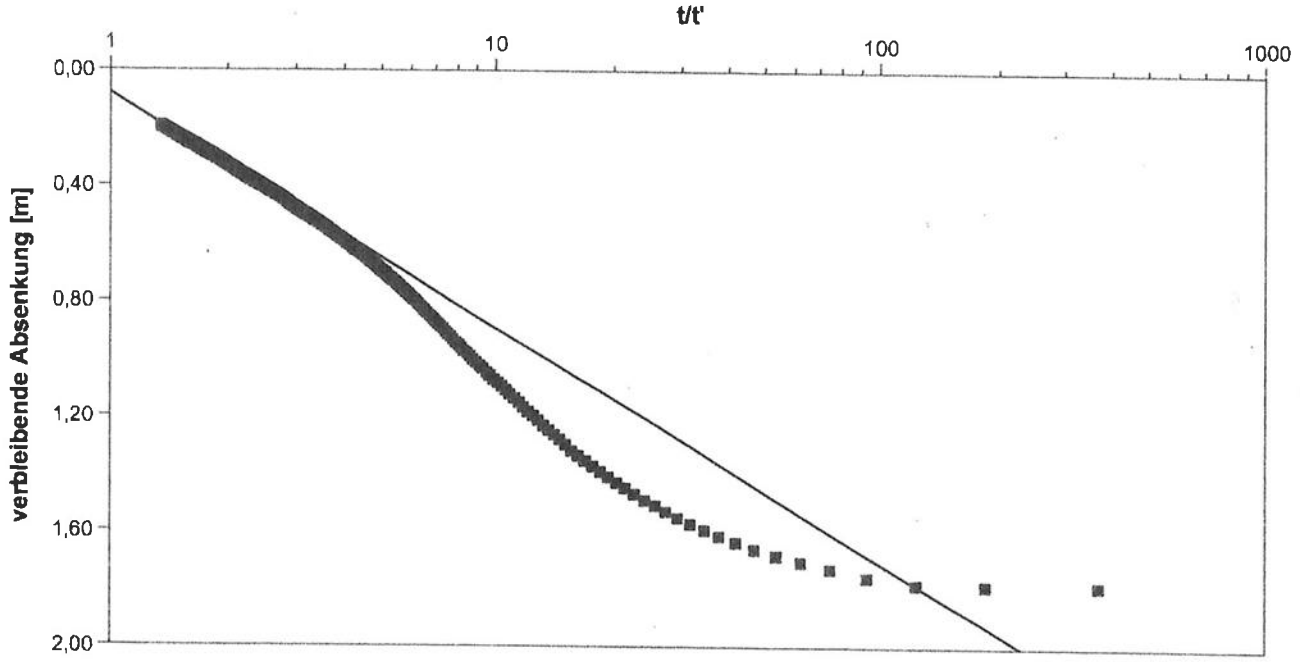


G:\s&p\AUFTR18\18015\Pumpversuche\18015-PVBK1_WspmNN_Q.grf

Pumpversuch BK 1-18 (GwM): Grundwasserstandsganglinie mit Beobachtungs-messstelle B 4 und Entnahme am 20.07.18, 9.45 Uhr bis 15.55 Uhr	gez. ks gepr. Br

Pumpversuchsauswertung	
Projekt:	Bodelshausen-Nehren, B 27
Projekt-Nr:	18-015
Auftraggeber:	Regierungspräsidium

Ort: Sebastiansweiler	Pumpversuch: Pumpversuch GwM BK1	Pumpbrunnen: GwM BK 1
Durchgeführt von: Dipl.-Geol. F. Klingler		Versuchsdatum: 20.07.2018
Bearbeiter: Dipl.-Geol. Bernd Bühler	THEIS Wiederanstieg	Datum: 23.07.2018
Aquifermächtigkeit: 3,90 m	Förderrate: variabel, Ø 2,784E-005 [m³/s]	



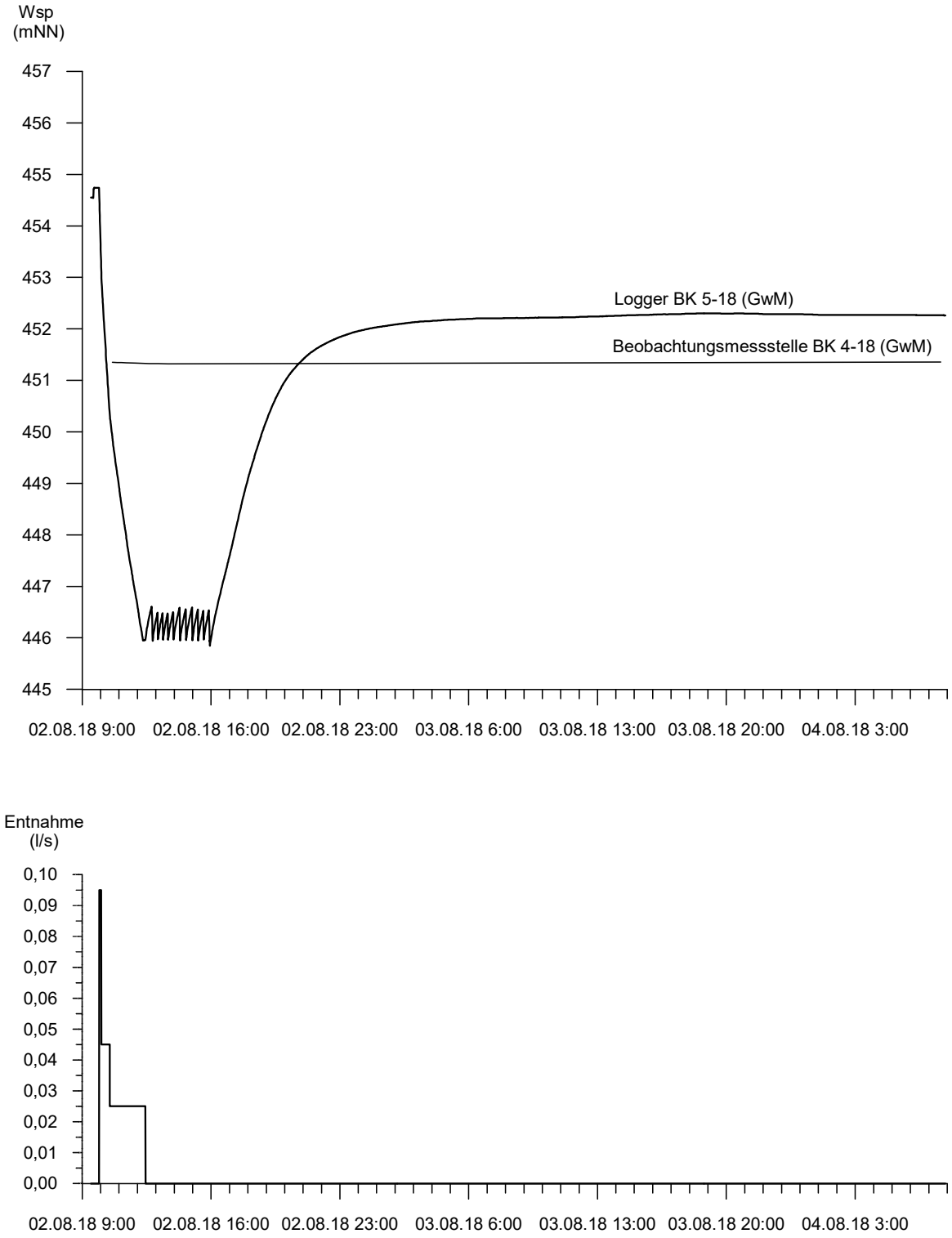
Berechnungsergebnisse nach THEIS & JACOB

Beobachtungsbrunnen	Transmissivität [m²/s]	Hydraul. Durchlässigkeit [m/s]	Abstand zum Pumpbr. [m]	
GwM BK 1	$6{,}24 \times 10^{-6}$	$1{,}60 \times 10^{-6}$	0,07	

Pumpversuch
in der BK 5-18 GwM am 02.08.18

(2 Blatt)

18015fz412.cdr, 10.04.19

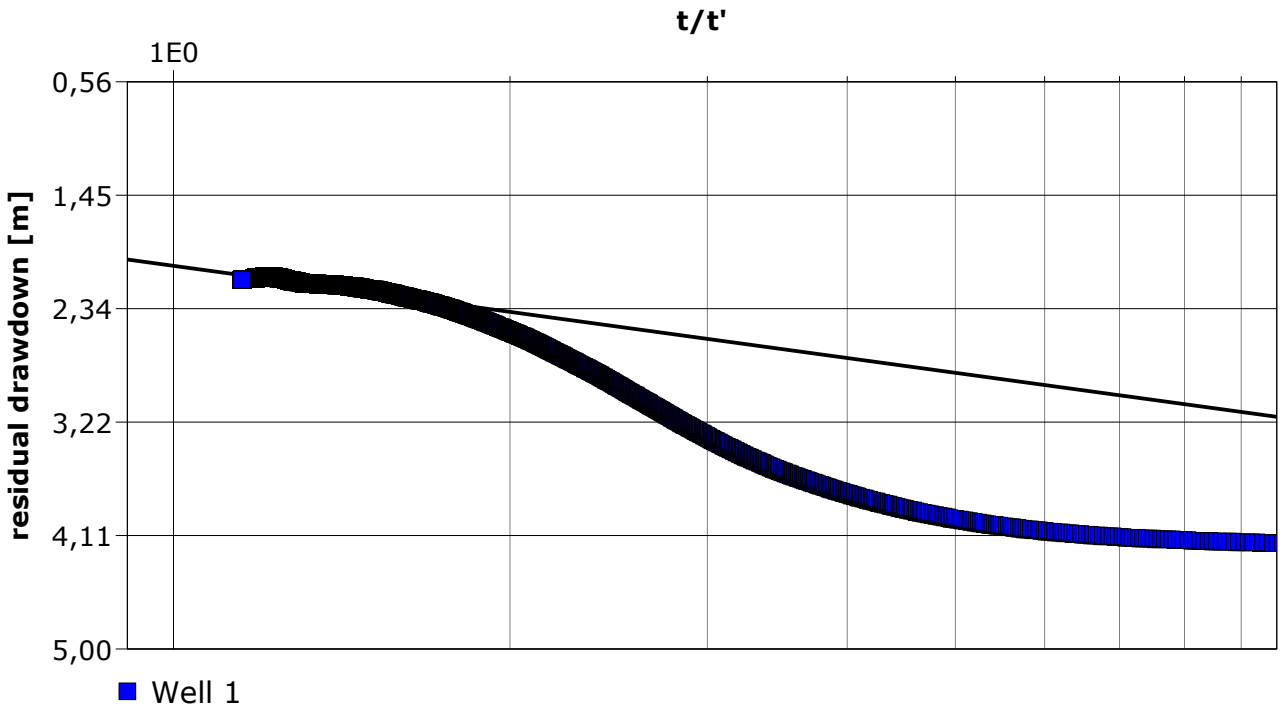


G:\s&p\AUFTR18\18015\Pumpversuche\18015-PVBK5_WspmNN_Q.grf

Pumpversuch BK 5-18 (GwM): Grundwasserstandsganglinie mit Beobachtungs-messstelle BK 4-18 (GwM) und Entnahme am 02.08.18, 9.28 Uhr bis 12.26 Uhr	gez. ks gepr. Br

	Pumpversuchsauswertung
	Projekt:
	Projekt-Nr:
	Auftraggeber:

Ort:	Pumpversuch: GwM BK5	Pumpbrunnen: Well 1
Durchgeführt von:		Versuchsdatum: 02.08.2018
Bearbeiter: L. Krienen, M.Sc.	Theis Wiederanstieg	Datum: 22.08.2018
Aquifermächtigkeit: 8,40 m	Förderrate: variabel, Ø 0,013635 [l/s]	



Berechnungsergebnisse nach THEIS & JACOB

Beobachtungsbrunnen	Transmissivity [m²/s]	Hydraul. Durchlässigkeit [m/s]	Abstand zum Pumpbr. [m]	
Well 1	$2{,}08 \times 10^{-6}$	$2{,}47 \times 10^{-7}$	0,06	

Hydrochemische Analysenergebnisse

Prüfbericht der Analyse der Wasserprobe aus der Messstelle BK 1-18 (GwM) vom 20.07.18

(3 Blatt)

18015fz421.cdr; 10.04.19

S&P

Probenahmedatum:	20.07.18		Labor:	synlab	
Entnahmetiefe:	-	m u. ROK	Probenehmer:	-	
Temperatur:	-	°C	Farbe:	farblos	
el. Leitfähigkeit bei 25 °C:	947,	µS/cm	Trübe:	klar	
pH-Wert:	7,29		Geruch:	o.B.	
Redox-Potential:	-	mV	Absorptions- 254 nm:	6,6	m^{-1}
Sauerstoff O_2:	8,1	mg/l	koeff. 436 nm:	< 0,10	m^{-1}
gelöstes CO_2:	-	mg/l	gebundenes CO_2:	-	mg/l
Carbonathärte:	24,02	°dH	Basekap. 8,2 (p-Wert):	-	mmol/l
Säurekap. 4,3 (m-Wert):	8,58	mmol/l	Trockenrückstand		
Gesamthärte:	20,5	°dH	bei 180 °C:	-	mg/l
	3,66	mmol/l	Kieselsäure (H_2SiO_3):	-	mg/l
Oxidierbarkeit ($KMnO_4$):	-	mg/l	BSB_5:	-	mg/l
DOC:	3,79	mg/l	CSB:	-	mg/l
			AOX:	< 0,010	mg/l

		mg/l	Ionenbewegl.	meq/l	meq%
Kationen					
Lithium	Li^+	-			
Natrium	Na^+	82,0	178,707	3,567	32,395
Kalium	K^+	4,14	7,79	0,106	0,963
Ammonium	NH_4^+	0,24	0,982	0,013	0,121
Calcium	Ca^{++}	117,	347,379	5,838	53,023
Magnesium	Mg^{++}	18,0	78,567	1,48	13,438
Strontium	Sr^{++}	-			
Eisen ges.	Fe^{++}	0,117	0,219	0,004	0,038
Mangan ges.	Mn^{++}	0,0659	0,12	0,002	0,022
	Σ	221,563	613,762	11,011	100,0
Anionen					
Fluorid	F^-	-			
Chlorid	Cl^-	26,2	56,37	0,739	6,781
Bromid	Br^-	-			
Jodid	J^-	-			
Nitrit	NO_2^-	-			
Nitrat	NO_3^-	< 0,1			
Sulfat	SO_4^{--}	75,8	125,816	1,577	14,471
Hydrogencarb.	HCO_3^-	523,17	381,810	8,58	78,748
Orthophosphat	HPO_4^{--}	< 0,020			
	Σ	625,17	564,00	10,895	100,0
Kationen+Anionen	Σ	846,733	1177,76	21,906	

ber. el. Leitf. bei 25 °C	972,23	µS/cm
Ionenbilanzfehler	1,05	%

Berechnet: **Hydrogencarbonat, Ionenbeweglichkeiten**

Wassertyp: **Natrium-Calcium-Hydrogencarbonat-Wasser**

18015-Chemie.XLSM

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Hohnerstraße 23 -
70469 Stuttgart

S & P GmbH
Smoltczyk + Partner
Untere Waldplätze 14
70569 Stuttgart

Standort Stuttgart

Telefon: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-51
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Datum: 06.08.2018

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle
D-PL-14004-01-01
D-PL-14004-01-02
D-PL-14004-01-03
D-PL-14004-01-04
D-PL-14004-01-05

Prüfbericht Nr.:	UST-18-0097572/01-1
Auftrag-Nr.:	UST-18-0097572
Ihr Auftrag:	schriftlich vom 25.07.2018
Projekt:	Proj.-Nr. 18015 // Bodelshausen - Nehren: Ausbau B 27
Eingangsdatum:	25.07.2018
Probenahme durch:	Auftraggeber
Prüfzeitraum:	25.07.2018 - 06.08.2018
Probenart:	Grundwasser

Probenbezeichnung: **BK 1-18**
Probe Nr.: UST-18-0097572-01

Laboruntersuchungen

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Aussehen	--	wenig Bodensatz	sensorisch
Geruch	--	ohne	sensorisch
Farbe	--	klar	sensorisch
pH-Wert	--	7,29	DIN 38 404-C5:2009-07
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	947	DIN EN 27888:1993-11
Sauerstoff gelöst (O2)	mg/l	8,1	DIN EN ISO 5814:2013-02
Gesamthärte (als CaO)	°dH	20,5	DIN 38 409-H 6:1986-01
Säurekapazität bis pH 4,3 (Ks 4,3)	mmol/l	8,58	DIN 38 409-H 7-2:2005-12
Spektraler Absorptionskoeffizient 254nm	1/m	6,6	DIN 38 404-C 3:2005-07
Spektraler Absorptionskoeffizient 436 nm	1/m	<0,10	DIN EN ISO 7887:2012-04
Chlorid	mg/l	26,2	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	mg/l	75,8	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Nitrat	mg/l	<0,1	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Ammonium	mg/l	0,24	DIN ISO 15923-1:2014-07
ortho-Phosphat	mg/l	<0,020	DIN ISO 15923-1:2014-07
Calcium	mg/l	117	DIN EN ISO 14911 (E 34):1999-12
Magnesium	mg/l	18,0	DIN EN ISO 14911 (E 34):1999-12
Natrium	mg/l	82,0	DIN EN ISO 14911 (E 34):1999-12
Kalium	mg/l	4,14	DIN EN ISO 14911 (E 34):1999-12
Bor	mg/l	0,255	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
AOX	mg/l	<0,010	DIN EN ISO 9562 (H 14):2005-02 (UAU)
DOC	mg/l	3,79	DIN EN 1484:1997-08

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eisen	mg/l	0,117	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Mangan	mg/l	0,0659	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02

(UAU) - Augsburg

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Der Prüfbericht wurde am 06.08.2018 um 08:40 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

S&P

Hydrochemische Analysenergebnisse

Prüfbericht der Analyse der Wasserprobe aus der Messstelle BK 5-18 (GwM) vom 02.08.18

(3 Blatt)

18015fz422.cdr; 10.04.19

S&P

Probenahmedatum:	02.08.18		Labor:	synlab	
Entnahmetiefe:	-	m u. ROK	Probenehmer:	-	
Temperatur:	-	°C	Farbe:	farblos	
el. Leitfähigkeit bei 25 °C:	754,	µS/cm	Trübe:	klar	
pH-Wert:	7,21		Geruch:	o.B.	
Redox-Potential:	-	mV	Absorptions- 254 nm:	1,8	m^{-1}
Sauerstoff O_2:	8,0	mg/l	koeff. 436 nm:	< 0,10	m^{-1}
gelöstes CO_2:	-	mg/l	gebundenes CO_2:	-	mg/l
Carbonathärte:	20,92	°dH	Basekap. 8,2 (p-Wert):	-	mmol/l
Säurekap. 4,3 (m-Wert):	7,47	mmol/l	Trockenrückstand		
Gesamthärte:	22,3	°dH	bei 180 °C:	-	mg/l
	3,98	mmol/l	Kieselsäure (H_2SiO_3):	-	mg/l
Oxidierbarkeit ($KMnO_4$):	-	mg/l	BSB_5:	-	mg/l
DOC:	0,97	mg/l	CSB:	-	mg/l
			AOX:	< 0,010	mg/l

		mg/l	Ionenbewegl.	meq/l	meq%
Kationen					
Lithium	Li^+	-			
Natrium	Na^+	19,1	41,626	0,831	9,309
Kalium	K^+	3,43	6,454	0,088	0,984
Ammonium	NH_4^+	0,036	0,147	0,002	0,022
Calcium	Ca^{++}	111,	329,565	5,539	62,062
Magnesium	Mg^{++}	29,6	129,199	2,433	27,263
Strontium	Sr^{++}	-			
Eisen ges.	Fe^{++}	0,850	1,588	0,03	0,341
Mangan ges.	Mn^{++}	0,046	0,084	0,002	0,019
	Σ	164,062	508,662	8,925	100,0
Anionen					
Fluorid	F^-	-			
Chlorid	Cl^-	4,21	9,06	0,119	1,36
Bromid	Br^-	-			
Jodid	J^-	-			
Nitrit	NO_2^-	-			
Nitrat	NO_3^-	< 0,1			
Sulfat	SO_4^{--}	54,7	90,793	1,138	13,038
Hydrogencarb.	HCO_3^-	455,49	332,415	7,47	85,602
Orthophosphat	HPO_4^{--}	< 0,020			
	Σ	514,4	432,27	8,726	100,0
Kationen+Anionen	Σ	678,462	940,93	17,651	

ber. el. Leitf. bei 25 °C	782,89	µS/cm
Ionenbilanzfehler	2,25	%

Berechnet: **Hydrogencarbonat, Ionenbeweglichkeiten**

Wassertyp: **Calcium-Magnesium-Hydrogencarbonat-Wasser**

18015-Chemie.XLSM

SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH - Hohnerstraße 23 - 70469 Stuttgart

S & P GmbH
Smoltczyk + Partner
Untere Waldplätze 14
70569 Stuttgart

Standort Stuttgart

Telefon: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-51
E-Mail: sui-stuttgart@synlab.com
Internet: www.synlab.de

Datum: 09.08.2018

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle
D-PL-14004-01-01
D-PL-14004-01-02
D-PL-14004-01-03
D-PL-14004-01-04
D-PL-14004-01-05

Prüfbericht Nr.:	UST-18-0102354/01-1
Auftrag-Nr.:	UST-18-0102354
Ihr Auftrag:	schriftlich vom 03.08.2018
Projekt:	Proj.-Nr. 18015 Bodelshausen-Nehren, Ausbau B 27
Eingangsdatum:	03.08.2018
Probenahme durch:	Auftraggeber
Probenahmedatum:	02.08.2018
Prüfzeitraum:	03.08.2018 - 09.08.2018
Probenart:	Grundwasser

Probenbezeichnung: **BK 5-18 GWM**
Probe Nr.: UST-18-0102354-01

Laboruntersuchungen

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Aussehen	--	wenig Bodensatz	sensorisch
Geruch	--	ohne	sensorisch
Farbe	--	farblos	sensorisch
pH-Wert	--	7,21	DIN 38 404-C5:2009-07
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	754	DIN EN 27888:1993-11
Sauerstoff gelöst (O2)	mg/l	8,0	DIN EN ISO 5814:2013-02
Gesamthärte (als CaO)	°dH	22,3	DIN 38 409-H 6:1986-01
Säurekapazität bis pH 4,3 (Ks 4,3)	mmol/l	7,47	DIN 38 409-H 7-2:2005-12
Spektraler Absorptionskoeffizient 254nm	1/m	1,8	DIN 38 404-C 3:2005-07
Spektraler Absorptionskoeffizient 436 nm	1/m	<0,10	DIN EN ISO 7887:2012-04
Chlorid	mg/l	4,21	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Sulfat	mg/l	54,7	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Nitrat	mg/l	<0,1	DIN EN ISO 10304-1:2009-07
Ammonium	mg/l	0,036	DIN ISO 15923-1:2014-07
ortho-Phosphat	mg/l	<0,020	DIN ISO 15923-1:2014-07
Calcium	mg/l	111	DIN EN ISO 14911 (E 34):1999-12
Magnesium	mg/l	29,6	DIN EN ISO 14911 (E 34):1999-12
Natrium	mg/l	19,1	DIN EN ISO 14911 (E 34):1999-12
Kalium	mg/l	3,43	DIN EN ISO 14911 (E 34):1999-12
Bor	mg/l	0,138	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
AOX	mg/l	<0,010	DIN EN ISO 9562 (H 14):2005-02 (UAU)
DOC	mg/l	0,97	DIN EN 1484:1997-08

Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Verfahren
Eisen	mg/l	0,850	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02
Mangan	mg/l	0,046	DIN EN ISO 17294-2 (E 29):2005-02

(UAU) - Augsburg

Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

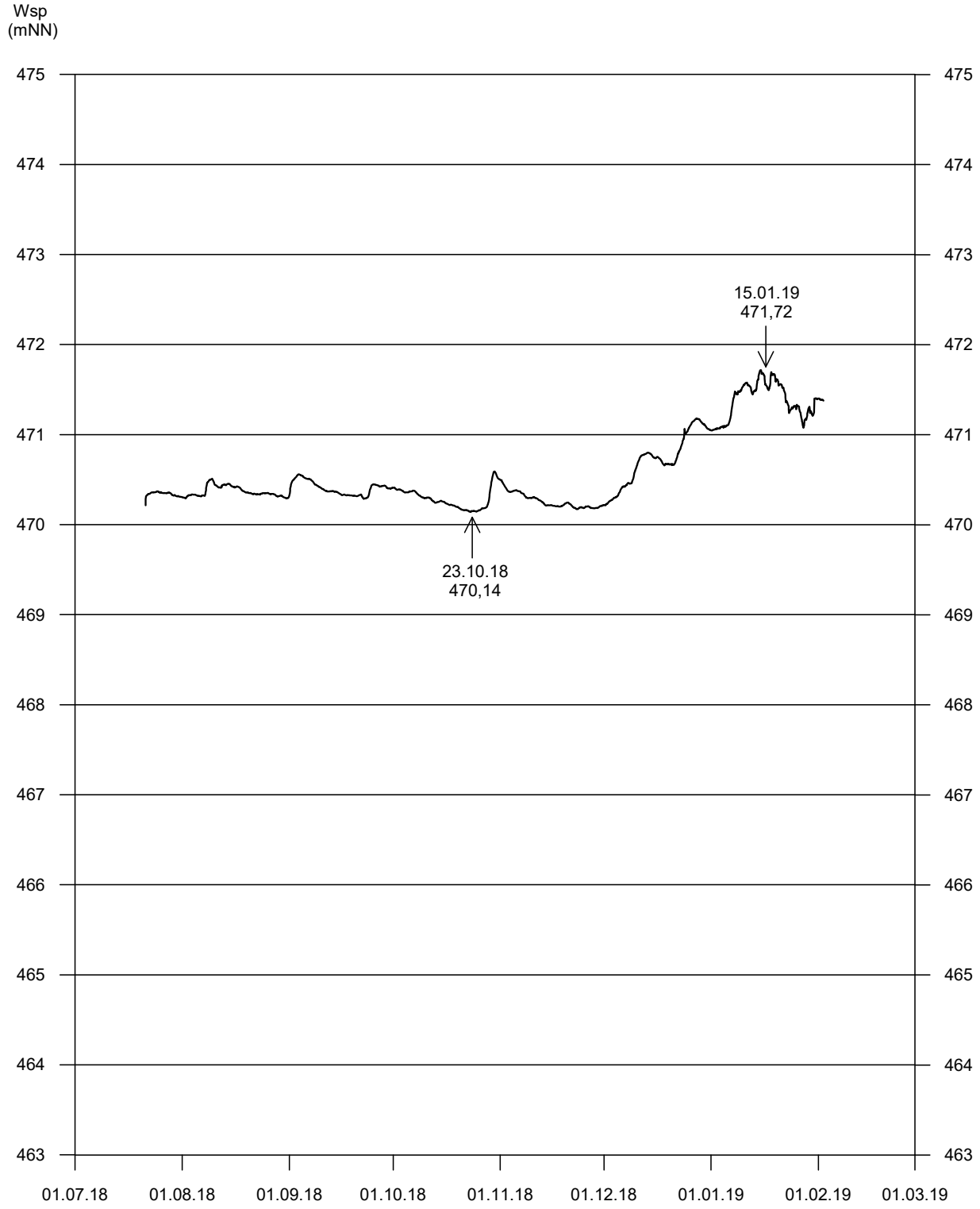
Der Prüfbericht wurde am 09.08.2018 um 15:51 Uhr durch Carmen Kuhn (Kundenbetreuung) elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.

S&P

GWM	B 3		B 4 (alt)		B 4 (neu)		B 5		B 6		B 7		BK 1-18 GwM		BK 2-18 GwM		BK 3-18 GwM	
Ausbau	(3")	pb2	(3")	tc1	(5")	tc1	(3")	tc1	(3")	tc1	(3")	tc1	(5")	tc1	(5")	pb2	(5")	tc1
R-Wert	35 01 259,27		35 00 920		35 00 907,03		35 00 787,61		35 00 547,29		35 00 390		35 00 973,27		35 01 208,34		35 01 421,56	
H-Wert	53 62 559,16		53 62 280		53 62 285,01		53 62 192,10		53 62 016,94		53 61 910		53 62 363,28		53 62 512,19		53 62 496,21	
GOK [mNN] aktuell		461,62		478,10		477,40		481,38		488,92		491,25		473,70		464,35		461,58
Rohr-OK [mNN] aktuell		462,05		478,52		478,38		481,67		489,36		491,75		474,64		464,35		462,70
Datum	Abstich	[mNN]	Abstich	[mNN]	Abstich	[mNN]	Abstich	[mNN]	Abstich	[mNN]	Abstich	[mNN]	Abstich	[mNN]	Abstich	[mNN]	Abstich	[mNN]
03.04.80	7,80	454,25	2,70	475,82			6,15	475,52	3,32	486,04	2,05	489,70						
06.05.80	2,50	459,55	1,61	476,91			4,49	477,18	2,55	486,81	0,57	491,18						
22.07.80	3,59	458,46	2,28	476,24			5,74	475,93	2,84	486,52	2,02	489,73						
19.06.18	Deckel defekt		GWM defekt				3,93	477,74	3,63	485,73	verfüllt							
11.07.18					7,16	471,22	3,07	478,60	3,65	485,71			4,09	470,55			4,50	458,20
20.07.18					4,73	473,65							4,15	470,49			4,74	457,96
21.07.18					4,73	473,65							4,34	470,30	4,76	459,59	4,75	457,95
30.07.18					4,88	473,50	4,10	477,57	3,69	485,67			4,31	470,33	4,88	459,47	4,90	457,80

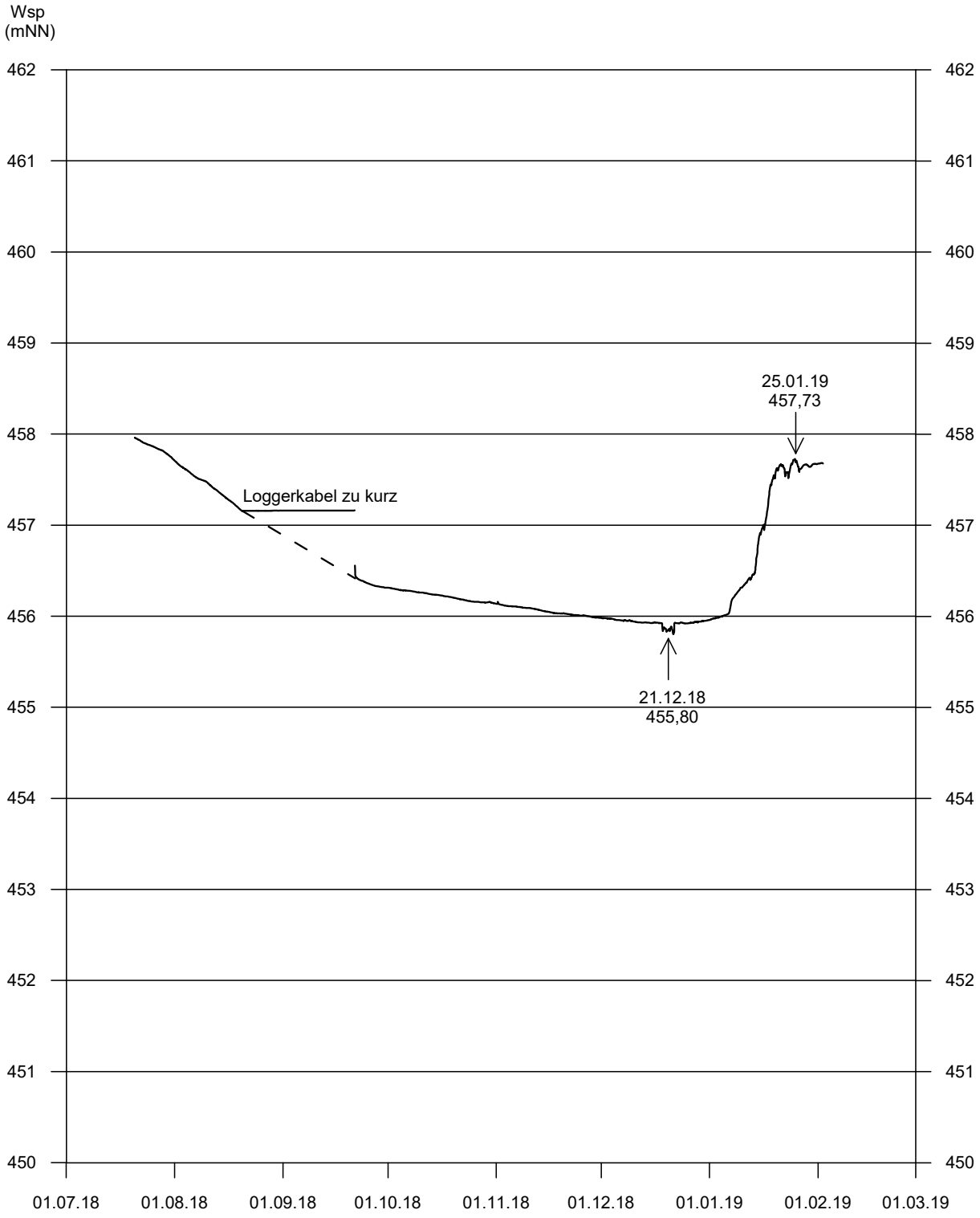
18015ez43.cdr

Tabelle der Grundwasser-Stichtagsmessungen im Bereich Bad Sebastiansweiler



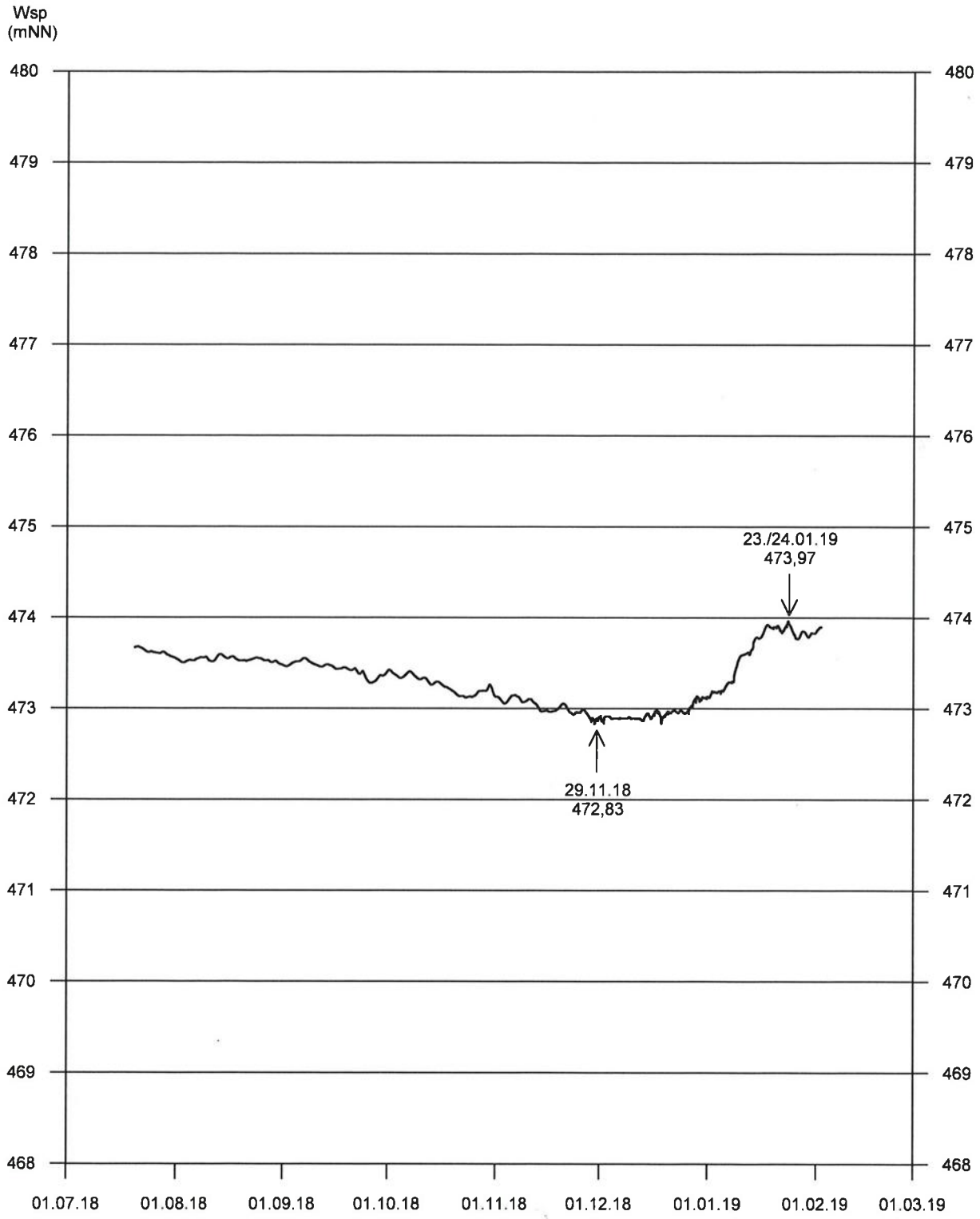
G:\s&p\AUFTR18\18015\Pumpversuche\18015-BK1_WspmNN.grf

Grundwasserstandsganglinie der BK 1-18 (GwM) vom 21.07.18 bis 02.02.19	gez. ks gepr. Br



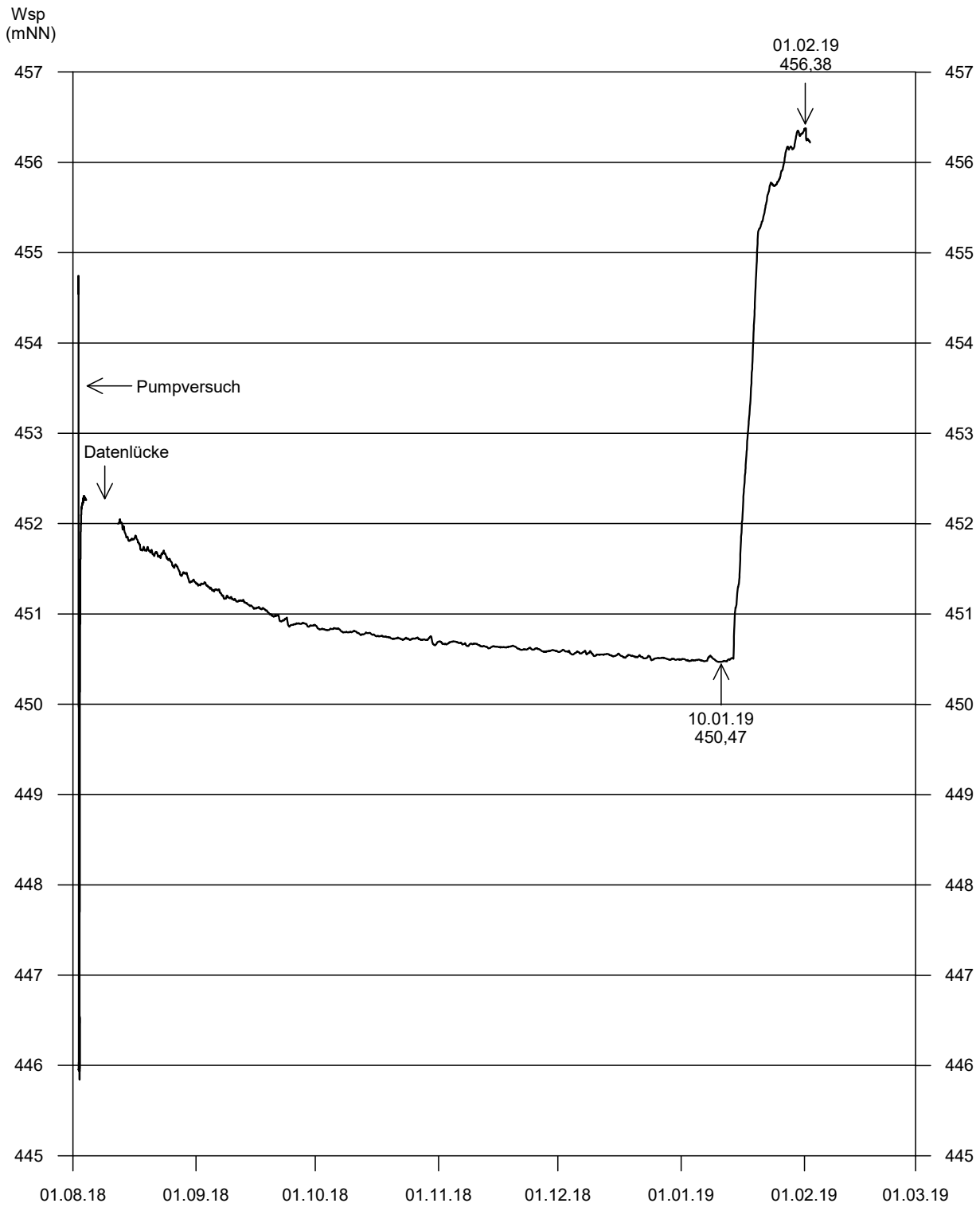
G:\s&p\AUFTR18\18015\Pumpversuche\18015-BK3_WspmNN.grf

Grundwasserstandsganglinie der BK 3-18 (GwM) vom 20.07.18 bis 02.02.19	gez. ks gepr. Br



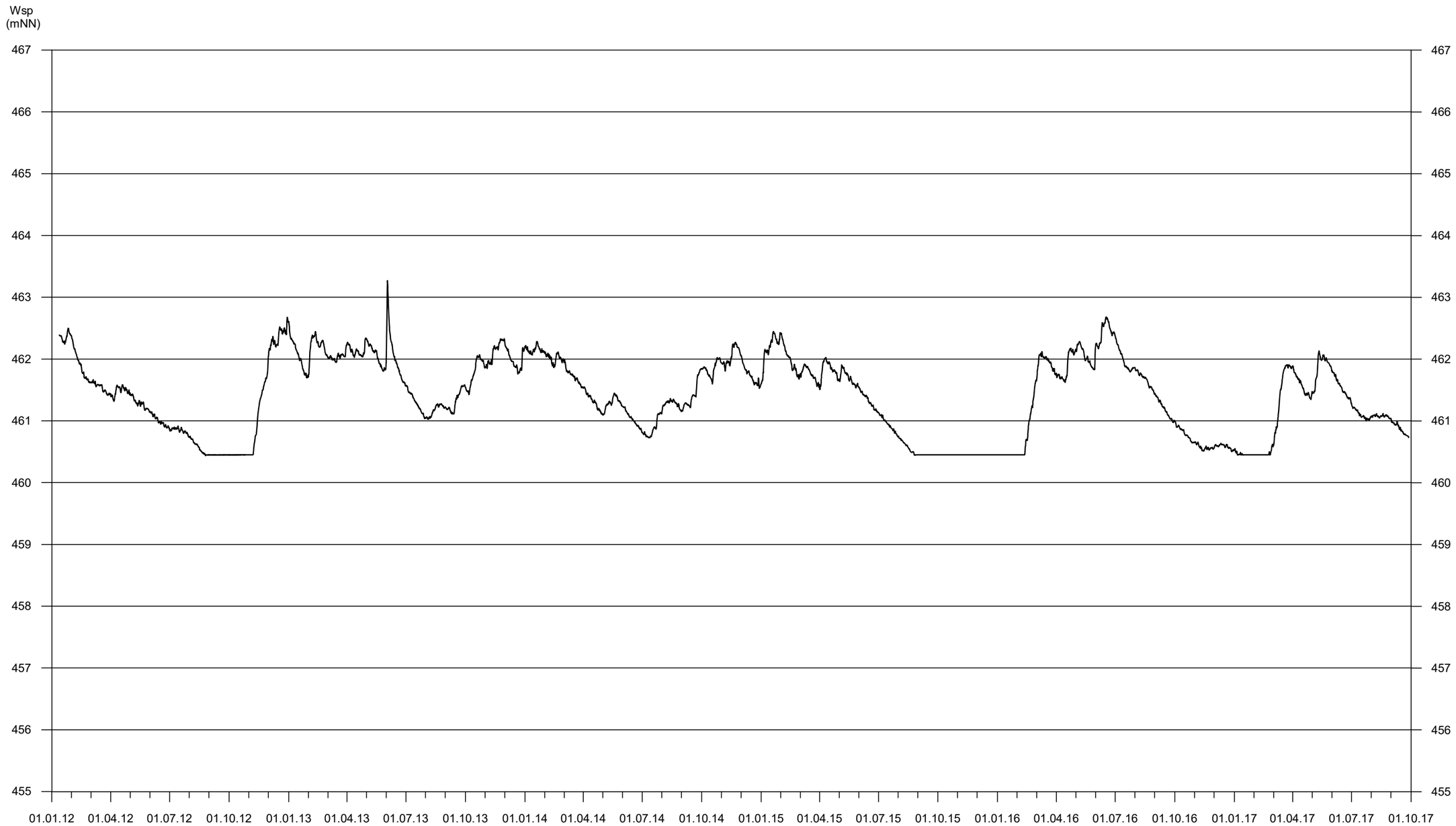
G:\s&p\AUFTR18\18015\Pumpversuche\18015-B4_WspmNN.grf

Grundwasserstandsganglinie der B 4-neu (GwM) vom 20.07.18 bis 02.02.19	gez. ks gepr. Br



G:\s&p\AUFTR18\18015\Pumpversuche\18015-BK5_WspmNN_mitPV.grf

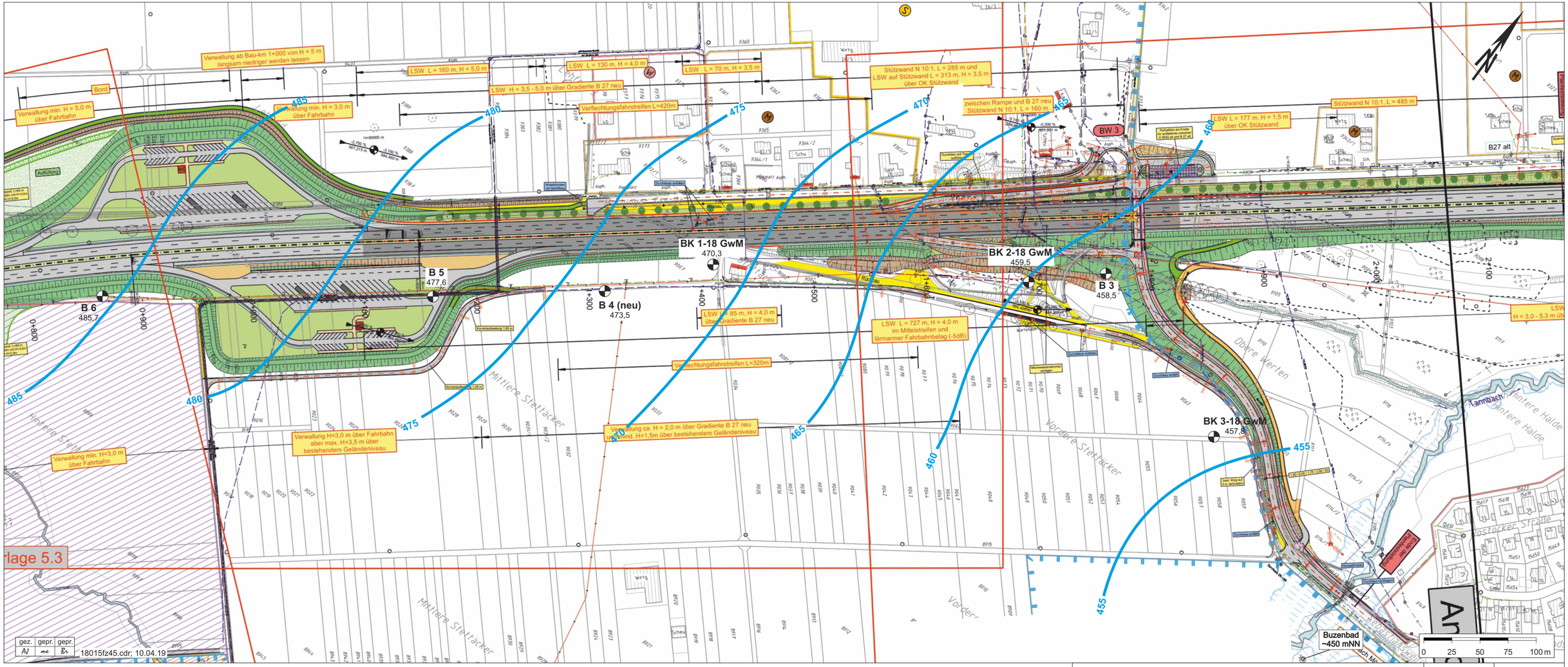
Grundwasserstandsganglinie der BK 5-18 (GwM) vom 02.08.18 bis 02.02.19	gez. ks gepr. Br



G:\s&p\AUFTR18\18015\Pumpversuche\18015-BKP26_WspmNN_A3.grf

Grundwasserstandsganglinie der BKP 26 vom 12.01.12 bis 27.09.17	gez. ks gepr. Br

S&P



Grundwassergleichenkarte für den Stichtag 30.07.18 im Bereich Bad Sebastiansweiler	Maßstab 1:2500	Anlage 4.5

Smoltczyk & Partner GmbH Untere Waldplätze 14 70569 Stuttgart

Regierungspräsidium Tübingen
Referat 42
Herrn Dr. Dominik Eckert
Konrad-Adenauer-Straße 20
72072 Tübingen

Stuttgart, 07.06.2019
540273-04
Br/Rb/ck

Dr. Martin Brodbeck
brodbeck@smoltczykpartner.de
0711 / 131 64-14

vorab per E-Mail: dominik.eckert@rpt.bwl.de

18-015 Bodelshausen-Nehren, B27: Zweibahniger Ausbau

Ingenieurgeologische Stellungnahme
Unser geologisch-hydrogeologisches Gutachten vom 12.04.19
Stützkonstruktionen am Endelberg

Sehr geehrter Herr Dr. Eckert,

das Regierungspräsidium Tübingen plant den zweibahnigen Ausbau der B27 zwischen Bodelshausen und Nehren. Ab etwa Bau-km 4+900 bis Bau-km 5+700 verläuft die neue Straße entlang des Endelbergs auf der Bergseite in bis zu rund 15 m tiefer Einschnittslage. Die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse in diesem Bereich, die Bewertung der geplanten Baumaßnahme aus ingenieurgeologischer Sicht sowie die sich daraus ergebenden bautechnischen Folgerungen sind in unserem geologisch-hydrogeologischen Gutachten (579160-01) vom 12.04.19 ausführlich beschrieben.

Mit E-Mail vom 17.04.19 haben Sie uns für den Einschnitt am Endelberg die Querprofile und zwei Regelquerschnitte, einmal für die tiefen Einschnitte mit befahrbarer Berme und einmal für die weniger tiefen Einschnitte, zugesandt. Danach sind im Fußbereich der Einschnittsböschungen bis zu etwa 5 m hohe Stützkonstruktionen, im oberen Bereich freie Böschungen mit einer Neigung von 1:1,8 (ca. 29°) mit Ausrundung an der Böschungsschulter vorgesehen. Für die Stützkonstruktionen haben Sie um eine Abschätzung der konstruktiven Möglichkeiten gebeten. Dieser Bitte kommen wir gerne nach.

In unserem geologisch-hydrogeologisches Gutachten (579160-01) vom 12.04.19 haben wir folgende Angaben zu den geotechnischen Verhältnissen im Bereich des Endelbergs ge-

macht: "Der bis zu 15 m tiefe Einschnitt am Endelberg verläuft nach dem Streckengutachten[1] geologisch, von oben nach unten, in den Schichten der Jurensismergel (tc2), des Posidonienschiefers (tc1) und des Amaltheentons (tc1)." Und weiter: "Insbesondere die Jurensismergel und der Amaltheenton sind ausgesprochen witterungsempfindlich und gehen an der Geländeoberfläche bei Wasserzutritt rasch in einen bodenähnlichen Zustand über. Zudem führen Klufterweiterungen infolge von Entlastung beim Herstellen der Einschnitte zu tiefreichenden Wasserwegsamkeiten. Frisch angelegte, steile Einschnittsböschungen sind deshalb i. d. R. nur kurze Zeit standsicher. Erfahrungsgemäß nimmt die Standsicherheit aber durch die Verwitterungsprozesse, besonders in Zonen höherer Durchlässigkeit und Grundwasserführung rasch ab. Für die maximale Böschungsneigung sind deshalb die Verwitterungsprodukte der Festgesteine maßgebend. Es wird deshalb empfohlen, die in Tabelle 7.2.2-1 des Streckengutachtens für den verwitterten Fels angegebenen Böschungsneigungen in Abhängigkeit der Einschnittstiefe (1:1,5 bis 1:2) einzuhalten. Gegebenenfalls sind am Böschungsfuß Stützbauwerke vorzusehen. Zudem sind in Abhängigkeit der örtlichen Verhältnisse bzw. Wasserführung bautechnische Sicherungsmaßnahmen in Form von Drainagen und Sickerstützscheiben oder Böschungsrigolen einzubauen. Aufgrund der flachen Böschungsneigungen sind dann keine Steinschlagschutzmaßnahmen erforderlich."

Die geplante Neigung der freien Böschungen von 1:1,8 (ca. 29°) ist ausreichend flach, um eine dauerhafte Standsicherheit zu gewährleisten. Im Fußbereich wird eine Stützkonstruktion aus Blockschichtungen (Schwergewichtsmauer) gem. "Merkblatt über Stütz- und Lärmschutzkonstruktionen aus Betonelementen, Blockschichtungen oder Gabionen, M Gab" 2014 der FGSV empfohlen. Dabei handelt es sich um eine Stützkonstruktion aus übereinander geschichteten Natursteinblöcken. Im Albvorland bieten sich Natursteine aus witterungsbeständigem, güteüberwachtem Oberjura (Weißjura)-Material an. Gegründet werden die Blöcke frostsicher (> 1m Einbindetiefe) auf einem Fundament aus Beton. Der Untergrund aus Tonstein ist ausreichend gründungsfähig. Die temporären Baugrubenböschungen bis 5 m Höhe für die Herstellung der Stützkonstruktion können im unverwitterten Tonstein mit einer Neigung von 70° hergestellt werden. Für die Hinterfüllung sind die Anforderungen der ZTV E-StB bzw. die des "Merkblatts über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke" zu beachten. Auf eine ausreichende Entwässerung des Hinterfüllbereichs ist zu achten.

[1] Baugrundbeurteilung und Gründungsberatung für Strecke, Einschnitte und Dämme: B27-Zweibahniger Ausbau zwischen Bodelshausen und Nehren, Ingenieurgesellschaft Dr. Spang GmbH, NL Esslingen, 28.03.2011

Bild 1: Beispiel für eine Blockschichtung

Weitere Angaben zu Konstruktion, Bemessung und Ausführung sind dem Merkblatt M Gab zu entnehmen.

Für die Stützkonstruktionen müssen Standsicherheitsnachweise nach DIN EN 1997-1 in Verbindung mit DIN 1054 geführt werden. Wir können Sie dabei gerne unterstützen.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Freundliche Grüße

Smoltczyk & Partner GmbH