

20-083 Sulz-Fischingen, Am Bolzgraben: Erweiterung Steinbruch Gfrörer

Hydrogeologischer Bericht

Auftraggeber E. Gfrörer & Sohn
Schotterwerk GmbH & Co. KG
Rotwiesen 1
72186 Empfingen
Herr Geschäftsführer Uwe Gfrörer
Tel: 07485/97 80-0
E-Mail: uwe.gfroerer@gfroerer-schotterwerk.de

Planung Dörr Ingenieurbüro
Siebenmühlenstraße 36
70771 Leinfelden-Echterdingen
Frau Dr. Nina Dörr
Tel: 0711 /997607-63
E-Mail: n.doerr@doerrib.de

Ort und Datum Stuttgart, 23.03.2022
Verteiler Digital und 1fach in Papierform an die Beteiligten
Textseiten; Anlagen 25; 1.1 bis 7.3 (35 Blatt)
Bericht-Nr.; Zeichen 817024-01; Bü/Br

Projektleiter und
Bearbeiter Hydrogeologie Dipl.-Geol. Bernd Bühler (D: -26)

i.v.



Smolczyk & Partner GmbH
Untere Waldplätze 14
70569 Stuttgart
Tel. 0711 / 131 64-0

Amtsgericht Stuttgart HRB 9451
www.SmolczykPartner.de
post@SmolczykPartner.de

Büro Heilbronn
Lindenstraße 16
74232 Abstatt
Tel. 07062 / 914 23 55
Büro Oberschwaben
Marsweilerstraße 19
88255 Baidt
Tel. 0751 / 767 820 98

Geschäftsführende Gesellschafter
Dipl.-Ing. Hartmut Reichenbach
Dipl.-Geol. Dr. Martin Brodbeck
Dr.-Ing. Annette Lächler
Dipl.-Ing. Holger Jud
Gesellschafter
Dr.-Ing. Thomas Rumpelt
Dr.-Ing. Berthold Rilling

Sachverständige für Geotechnik
Beratende Ingenieure VBI
Beratende Geowissenschaftler BDG

Mitglied von
Ingenieurkammer BW,
AIV, ASCE, DGGT, DVGW, FGSV,
IAEG, IGS, ISRM, ISSMGE, ITVA, VDI

<u>Inhalt</u>	Seite
1 Bezug und Auftrag	3
2 Lage des Muschelkalk-Steinbruchs, der Erweiterungsflächen und der Grundwassermesstellen	3
3 Untersuchungsumfang	4
4 Geologie	6
4.1 Schichtenfolge	6
4.2 Schichtlagerung und Störungen	7
4.3 Geophysikalische Untersuchungen	8
5 Hydrogeologie	8
5.1 Grundwassermesstellen	9
5.2 Grundwasserleiter	9
5.3 Grundwasserganglinien	10
5.4 Durchlässigkeiten	14
5.5 Markierungsversuche	14
5.6 Grundwasserfließrichtung	15
5.7 Hydrochemische Analysen aus dem Bereich des Steinbruchs	16
5.8 Brunnen der Wasserversorgung Empfingen	18
5.8.1 Einzugsgebiet bzw. Wasserschutzgebiet	19
5.8.2 Brunnenausbau	19
5.8.3 Hydrochemische Analysen	20
6 Zusammenfassende Bewertung und Sicherheitsmaßnahmen	21
 <u>Anlagen</u>	
siehe Anlagenverzeichnis	25

1 Bezug und Auftrag

Bezug: Die E. Gfrörer & Sohn Schotterwerk GmbH & Co. KG betreibt in Sulz-Fischingen einen Muschelkalk-Steinbruch. Da dieser in absehbarer Zeit seine Kapazitätsgrenzen erreichen wird, soll er nach Norden erweitert werden. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens ist die hydrogeologische Situation der Steinbrucherweiterung unter Prüfung möglicher Beeinflussungen der Trinkwasserbrunnen des nördlich anschließenden Trinkwasserschutzgebiets "Empfingen GWF 1 Fischingen" durch ein hydrogeologisches Gutachten zu bewerten. Auch soll das bereits im Rahmen früherer Steinbrucherweiterungen durch das Büro für Angewandte Geologie Dr. Schmidt-Witte, Balingen, erarbeitete und in dessen Gutachten vom 10.06.1991 und 02.12.2011 dargestellte geologisch-hydrogeologische Modell anhand der im Jahr 2019 durchgeführten Erkundungsbohrungen und Untersuchungen überprüft und ergänzt werden.

Auftrag: Hierzu wurden wir von der E. Grörer & Sohn Schotterwerk GmbH & Co. KG über das Planungsbüro, das Ingenieurbüro Dörr, Leinfelden-Echterdingen, am 25.05.20 auf der Basis unseres Leistungs- und Honorar-Vorschlags vom 22.04.20 beauftragt.

2 Lage des Muschelkalk-Steinbruchs, der Erweiterungsflächen und der Grundwasser- messtellen

Der **bestehende Steinbruch** liegt rund 5 km südsüdwestlich von Horb am Neckar, gut 2,5 km westlich von Empfingen und 500 m nördlich von Sulz-Fischingen. Er grenzt direkt nördlich an die Landesstraße L 410 Am Bolzgraben an. Der Steinbruch liegt auf der rechten Seite des Neckars, rund 400 m vom Fluslauf entfernt. Die Steinbruchsohle liegt rund 35 Höhenmeter oberhalb des Neckartals (Anlagen 1).

Die geodätischen Daten des Steinbruchs sind: TK 25 Blatt 7618 Haigerloch;

$R = 34\ 75\ 898,0$ / $H = 53\ 61\ 852,9$; $h = 444,12$ mNN (GOK an der GWM 5/1989 an der Südwestecke des Steinbruchs).

Verwaltungstechnisch gesehen liegt der Steinbruch im Gewann Eckwald der Gemarkung Fischingen der Stadt Sulz am Neckar, Landkreis Rottweil, im Regierungsbezirk Freiburg.

In Anlage 1.2 (Plannummer V19-0801/2 "Bestand und Erweiterung" des Ingenieurbüros Dörr vom 18.06.21) ist der bestehende Steinbruch zusammen mit den **geplanten Erweiterungsflächen**, die den bestehenden Steinbruch von Nordwesten nach Südosten umschließen, farblich dargestellt. Die Erweiterungsfläche für den vorgesehenen Abbaubetrieb ist orange markiert. Sie schließt im Nordwesten an die bereits genehmigte Abbaufäche des Steinbruchs an, erstreckt sich nach Norden bis zur Gemarkungsgrenze zwischen Sulz-Fischingen und Horb-Betra und verläuft im Nordosten des Steinbruchs nach Süden bis etwa auf Höhe des

nördlichen Viertels des bestehenden Steinbruchs. Direkt an diese Abbau-Erweiterungsfläche schließt sich die grün markierte Erweiterungsfläche für die geplante temporäre Abraumhalde an, die sich nach Süden bis gut 50 m nördlich der bestehenden südlichen Abbaugrenze erstreckt.

Die Lage der **Grundwassermessstellen** ist in den Lageplan der Anlage 1.3 eingezeichnet. Die geodätischen Daten der Messstellen sind nachfolgend tabellarisch aufgelistet:

Messstelle	Rechtswert	Hochwert	Höhe GOK (mNN)	Höhe ROK (mNN)	Messung
GwM 1/1989	3475690,2	5361997,3	507,03	506,94	Logger
GwM 2/1989	3475843,7	5362195,9	517,56	517,50	Logger
GwM 3/1989	3476088,3	5362147,6	ca. 516,2	516,16	aufgelöst
GwM 4/1989	3476270,4	5362117,6	ca. 511,9	511,86	aufgelöst
GwM 5/1989	3475898,0	5361852,9	446,17	446,76	Logger
GwM 6/1989	3476225,7	5361886,1	ca. 436,8	436,71	aufgelöst
GwM 7/2019	3476418,76	5361857,73	471,55	472,31	Logger
GwM 8/2019	3476800,28	5362335,07	514,38	514,18	Logger
GwM 9/2019	3476353,76	5362676,86	533,00	533,70	Logger
GwM 10/2019	3475740,30	5362628,40	528,35	528,17	Logger
B 11/2019	3474702,05	5362639,69	532,28	--	verfüllt

Die ebenfalls in der Tabelle enthaltene, rund 1,5 km nordwestlich des Steinbruchs niedergebrachte Erkundungsbohrung BK 11/2019 wurde ausschließlich aus rohstoffgeologischen Gründen hergestellt und daher nicht zur Grundwassermessstelle ausgebaut, sondern wieder verfüllt.

3 Untersuchungsumfang

Im Rahmen der Erweiterung des Muschelkalk-Steinbruchs wurden bereits in den Jahren 1991 und 2011 hydrogeologische Untersuchungen durch das **Büro für Angewandte Geologie Dr. Schmidt-Witte**, Geislingen bzw. Balingen, durchgeführt und die Ergebnisse in **hydrogeologischen Gutachten vom 10.06.1991 und 02.12.2011** dargestellt und bewertet. Nachfolgend sind sowohl diese Untersuchungsergebnisse als auch die im Rahmen der aktuell vorgesehenen Steinbruch-Erweiterung durchgeführten geologischen, hydrogeologischen und geophysikalischen Untersuchungen zusammengestellt.

Grundwassermessstellen: Im Jahr 1989 wurden im näheren Bereich um den Steinbruch die sechs Grundwassermessstellen GwM 1/1989, GwM 2/1989, GwM 3/1989, GwM 4/1989,

GwM 5/1989 und GwM 6/1989 eingerichtet. Aufgrund der fortschreitenden Abbautätigkeit sind die im südlichen Steinbruchbereich gelegene Messstelle GwM 6/1989 sowie die beiden im nördlichen Bereich des Steinbruchs gelegenen Messstellen GwM 3/1989 und GwM 4/1989 inzwischen nicht mehr vorhanden.

Im Jahr 2019 erfolgte die Herstellung folgender vier zusätzlicher Grundwassermessstellen, die im weiteren Bereich des Steinbruchs eingerichtet wurden: GwM 7/2019, GwM 8/2019, GwM 9/2019 und GwM 10/2019.

Damit sind derzeit sieben Grundwassermessstellen zur Beobachtung des Grundwasserspiegels vorhanden (Anlage 1.3).

Geophysikalische Untersuchungen: In den zu Grundwassermessstellen ausgebauten Erkundungsbohrungen GwM 7/2019 bis GwM 10/2019 sowie in der nicht ausgebauten Bohrung B 11/2019 wurden von der terratec Geophysical Services GmbH & Co. KG, Heitersheim, gamma-logs durchgeführt. Zusätzliche erfolgten Befahrungen der Bohrungen GwM 8/2019 und GwM 9/2019 mit dem optischen Bohrlochscanner.

Grundwasserstandsmessungen: Aus dem Zeitraum Januar 2010 bis Dezember 2019 liegen etwa monatlich durchgeführte Wasserspiegelmessungen aus den folgenden Grundwassermessstellen vor:

Zeitraum 2010 bis 2012: GwM 1/1989 bis GwM 4/1989,

Zeitraum 2013 und 2014: GwM 1/1989 bis GwM 5/1989,

Zeitraum 2015 bis 2018: GwM 1/1989 bis GwM 3/1989 und GwM 5/1989 und

Zeitraum 2019: GwM 1/1989 bis GwM 3/1989, GwM 5/1989 und GwM 7/2019 bis GwM 10/2019.

Seit Februar 2020 bis Juli 2020 liegen werktägliche, morgens und abends durchgeführte Lichtlotmessungen der Messstellen GwM 1/1989, GwM 2/1989 und GwM 5/1989 sowie GwM 7/2019 bis GwM 10/2019 vor.

Am 29.07.20 bzw. am 05.08.20 wurden in diese sieben Grundwassermessstellen Drucksonden und Datenlogger zur kontinuierlichen Aufzeichnung des Grundwasserstands im 30-Minuten-Takt eingebaut.

Niederschlagsdaten: Zur Korrelation der Grundwasserganglinien mit dem Niederschlag wurden die Tagesniederschlagssummen der naheliegenden DWD-Station Horb-Betra verwendet.

Hydrochemische Untersuchungen: Nach dem Gutachten des Büros für Angewandte Geologie Dr. Schmidt-Witte vom 02.12.10 liegen aus den drei Brunnen der Wasserversorgung Empfingen, dem Brunnen 1, dem Brunnen 2 und dem Brunnen 3, vom 04.06.87, vom 09.10.02 sowie vom 25.03.10 und vom 11.05.10 hydrochemische Analysen der ehemaligen Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg bzw. der eurofins Institut Jäger GmbH, Tübingen, vor.

Weitere chemische Untersuchungen der eurofins Institut Jäger GmbH liegen vom Wasser des Neckars (Probenahme am 25.03.10 und am 11.05.10 auf Höhe des Brunnens 1) und von der Karstwasserquelle Fischingen ebenfalls vom 25.03.10 und vom 11.05.10 vor.

Am 14.12.20 und am 15.12.20 wurden aus den Grundwassermessstellen GwM 2/1989, GwM 5/1989, GwM 7/2019, GwM 8/2019 und GwM 10/2019 Schöpfproben entnommen und beim chemischen Labor Analytik-Team GmbH, Fellbach-Öffingen, hydrochemisch nach dem Grundmessprogramm G der LUBW Baden-Württemberg sowie auf Schwermetalle untersucht. Auf die Entnahme von Pumproben musste aufgrund des sehr tiefliegenden Grundwasserspiegels, der geringen Grundwassermächtigkeiten in den Messstellen und der geringen Gebirgsdurchlässigkeiten verzichtet werden.

Markierungsversuche: Am 11.03.91 wurde vom Büro für Angewandte Hydrogeologie Dr. Schmidt-Witte in der Grundwassermessstelle GwM 2/1989 ein Markierungsversuch mit Uranin durchgeführt. Bereits im Jahr 1970 erfolgte ein Markierungsversuch durch das damalige Geologische Landesamt Baden-Württemberg. Der Markierungsstoff wurde rund 400 m nordwestlich des heutigen Steinbruchs in eine Doline eingegeben.

4 Geologie

Nachfolgend ist die im Bereich des Steinbruchs bzw. in dessen Erweiterungsbereich erbohrte Schichtenfolge (Abschnitt 4.1) und die tektonische Situation (Abschnitt 4.2) beschrieben und in den Anlagen 2.1 und 2.2 dargestellt. In Abschnitt 4.3 sind die durchgeführten gamma-logs in Bezug zur erbohrten Schichtenfolge beschrieben.

4.1 Schichtenfolge

Die nachfolgende Beschreibung der Schichtenfolge beruht auf der geologischen Aufnahme der Bohrung GwM 9/2019 (LGRB-Nr.: B 18-09/19) und der stratigraphischen Einstufung der Schichtenfolge durch das RP Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau. Die Bohrung GwM 9/2019 ist die nördlichste und den höchstgelegenen Bohransatzpunkt aufweisende Erkundungsbohrung. Demnach wurden folgende Schichten erbohrt:

Unter einer 1,5 m mächtigen **Quartären Deckschicht** folgen die Schichtglieder des **Oberen Muschelkalks**:

- Bis 20,1 m u. Gel. wurde der noch 18,6 m mächtige Trigonodusdolomit erbohrt, der überwiegend aus braungelbem bis beigegrauem und unterschiedlich kalkhaltigem Dolomitstein besteht.

- Bis 47,4 m u. Gel. folgen die 27,3 m mächtigen Plattenkalk-Schichten, die überwiegend aus grauem, mikritischem Kalkstein bestehen, in den Schillkalklagen und Tonsteinhorizonte eingelagert sind.
- Darunter folgt bis 88,3 m die Trochitenkalk-Formation. Diese ist 40,9 m mächtig und besteht ebenfalls überwiegend aus grauem, mikritischem Kalkstein. In diesen sind häufig Schillkalklagen und Mergelstein- und Tonmergelsteinhorizonte sowie Trochitenbänke eingelagert. Auch wurde das Auftreten von Stylolithen vermerkt. Zwischen 76,35 m und 81,4 m u. Gel. wurden die Haßmersheim-Schichten in einer Mächtigkeit von 5,05 m erschlossen.

Der Übergang zum **Mittleren Muschelkalk** liegt bei 88,3 m u. Gel. Von seinem obersten Schichtglied, der aus Kalkstein und Dolomitstein bestehenden Diemel-Formation, wurden bis zur Endteufe der Bohrung bei 95,0 m noch 6,7 m erbohrt.

4.2 Schichtlagerung und Störungen

In der Schichtlagerungskarte der Anlage 2.2 ist die Schichtgrenze Oberer Muschelkalk / Mittlerer Muschelkalk auf der Basis der geologischen Aufnahmen der Erkundungsbohrungen und der vorliegenden stratigraphischen Einordnung dargestellt. Sofern keine Angaben zur Schichtgrenze Oberer Muschelkalk / Mittlerer Muschelkalk vorliegen, haben wir beispielsweise bei den Bohrungen GwM 7/2019 oder B 11/2019, die Lage der Schichtgrenze unter Berücksichtigung der vorliegenden gamma-logs interpoliert.

In unserer Schichtlagerungskarte wurde nur die bereits in den Gutachten des Hydrogeologischen Büros Dr. Schmidt-Witte enthaltene und in den Erläuterungen zu Blatt 7618 Haigerloch als Fortsetzung des Freudenstädter Bruchsystems beschriebene, von Fischingen über Kirchberg bis zur Stunzach von Nordwesten nach Südosten streichende "Kirchberger Störung" eingezeichnet. Weitere, vor allem kleinräumige und schollenartige Störungen, die im Steinbruch erkennbar sind bzw. durch unterschiedliche Deckschichtenmächtigkeiten (Quartär und Lettenkeuper) oberhalb des Muschelkalks nachgewiesen wurden und auf Auslaugungsvorgänge im Mittleren Muschelkalk zurückzuführen sind, sind in der großräumigeren Schichtlagerungskarte der Anlage 2.2 nicht berücksichtigt. Diese bis zu rund 10 m Sprunghöhe aufweisenden kleinräumigen Störungen haben eine abbautechnische und rohstoffgeologische Relevanz hinsichtlich der Verwertbarkeit (Menge und Qualität) der Schichtglieder des Muschelkalks und sind in den Gutachten zur Abbauplanung des Ingenieurbüros Dörr ausführlich dargestellt.

Nach der Schichtlagerungskarte fallen die Schichten des Oberen Muschelkalks auf der Nordost-Seite der "Kirchberger Störung" und damit auf der Steinbruchseite mit im Mittel 2,6 % nach Südsüdosten ein. Aufgrund der teilweise vorliegenden unterschiedlichen

Abstände der Isolinien zueinander ist davon auszugehen, dass auch großräumig betrachtet, etwa Westsüdwest-Ostnordost verlaufende Störungen mit Versätzen von jeweils wenigen Metern vorhanden sind. Dies wird durch die im Steinbruchbereich vorhandenen und durch das Ingenieurbüro Dörr detailliert herausgearbeiteten und dokumentierten Störungen sowohl von der Streichrichtung der Störungen als auch von deren Sprunghöhen bestätigt. Im Bereich des Steinbruchs dürfte die Sprunghöhe der "Kirchberger Störung" bei rund 10 m liegen.

4.3 Geophysikalische Untersuchungen

Die in den Bohrungen GwM 7/2019 bis GwM 10/2019 sowie die in der nicht zur Messstelle ausgebauten Bohrung B 11/2019 von der terratec Geophysical Services GmbH & Co. KG durchgeführten Gamma-Log-Messungen sind in den Anlagen 3.1.1. bis 3.1.5 graphisch dargestellt. In die gamma-logs der Bohrungen GwM 9/2019 und GwM 10/2019 haben wir die stratigraphische Einordnung der geologischen Aufnahme der Bohrungen durch das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau ergänzt. Die Haßmersheim-Schichten, die zumindest regional eine grundwasserstauende und damit trennende Wirkung haben, machen sich aufgrund ihrer tonig-mergeligen Ausprägung und ihres dadurch bedingten höheren Gehalts an Kalium-40-Isotopen durch höhere gamma-Intensitäten bemerkbar. Insbesondere die Oberfläche der Haßmersheim-Schichten weist in den Messungen einen markanten Peak auf, der als Bezugspunkt für die stratigraphische Gliederung der erbohrten Schichtenfolge herangezogen werden kann.

5 Hydrogeologie

In den nachfolgenden Abschnitten 5.1 bis 5.8 ist die hydrogeologische und die hydrochemische Situation im Bereich des bestehenden Muschelkalk-Steinbruchs und seiner geplanten Erweiterungsfläche sowie mögliche Einflüsse auf die Brunnen der Wasserversorgung Empfingen auf der Basis der vorliegenden Untersuchungen dargestellt und bewertet. Berücksichtigt wurden auch die Untersuchungsergebnisse aus den beiden Gutachten des Büros für angewandte Geologie Dr. Schmidt-Witte vom 10.06.1991 und vom 02.12.2011, die im Rahmen von früheren Steinbrucherweiterungen angefertigt wurden.

5.1 Grundwassermessstellen

Im Bereich des bestehenden Steinbruchs und seiner Erweiterungsflächen in den Jahren 1989 und 2019 eingerichteten Grundwassermessstellen GwM 1/1989, GwM 2/1989, GwM 5/1989, GwM 7/2019, GwM 8/2019, GwM 9/2019 und GwM 10/2019 wurden im Juli 2020 mit Drucksonden und Datenloggern ausgestattet und der Wasserspiegelverlauf im Halbstundentakt gemessen und aufgezeichnet. Die Messstellen erschließen mit ihren Filterstrecken in der Trochitenkalk-Formation und in der Diemel-Formation den unteren Bereich des Oberen Muschelkalks und den oberen Bereich des Mittleren Muschelkalks. Die Ausbauezeichnungen der Messstellen sind in den Anlagen 2.1 dargestellt.

5.2 Grundwasserleiter

Im Bereich des bestehenden Steinbruchs und seiner Erweiterungsflächen sind hauptsächlich folgende **zwei Grundwasserleiter** ausgebildet:

- Der auf den Hochflächen anstehende Lettenkeuper kann insbesondere innerhalb seiner sandigen bzw. dolomitisch ausgebildeten Schichtglieder wasserführend sein.
- Der Hauptgrundwasserleiter ist der Karstgrundwasserleiter im Bereich der Trochitenkalk-Formation des Oberen Muschelkalks und der Diemel-Formation des Mittleren Muschelkalks. Der Vorfluter des Karstgrundwasserleiters ist der nahe gelegene Neckar.

Aufgrund der Nähe des Steinbruchbereichs zum Vorfluter Neckar und zu dem meist steil in die Gesteine des Oberen Muschelkalks eingeschnittenen Neckartal sind in den höheren Schichten des Oberen Muschelkalks keine Grundwasserleiter ausgebildet. Lediglich temporär vorhandene "schwebende" grundwasserführende Schichten sind nicht auszuschließen. Nach Angaben im Gutachten des Büros für Angewandte Hydrogeologie Dr. Schmidt-Witte vom 10.06.91 erfolgten bei der Herstellung der Bohrungen/Grundwassermessstellen GwM 1/1989 bis GwM 6/1989 Grundwasserzutritte "in allen Bohrungen erst im Bereich der Oberen Dolomitzone im Mittleren Muschelkalk. Der Obere Muschelkalk erwies sich als "trocken."

Auch nach den Erläuterungen zur Geologischen Karte, Blatt 7618 Haigerloch (Stuttgart, 1985) wird erst der Karstwasserspiegel im Bereich der Oberen Dolomit-Formation als zusammenhängender Grundwasserleiter betrachtet, der durch die darüber liegenden Klüfte gespeist wird. Diese dürften aufgrund der Nähe zum Talrand sowie durch die Auslaugung der salinaren Schichtglieder des Mittleren Muschelkalks eine hohe Durchlässigkeit aufweisen.

5.3 Grundwasserganglinien

In Anlage 4.1 sind die Ganglinien der seit dem 20.01.10 und damit über einen Zeitraum von knapp 12 Jahren vorliegenden Lichtlot- und Drucksondenmessungen zusammen mit den Niederschlagshöhen der nahen DWD-Station Horb-Betra dargestellt. Da die Lichtlotmessungen regelmäßig und nicht ereignisbezogen erfolgten, wurden extreme Grundwasserstände zwar nicht aktiv erfasst, die Ganglinien geben aufgrund des langen Messzeitraums dennoch die Bandbreite der Grundwasserstände aussagekräftig wieder. Die Gangliniendarstellungen in den Anlagen 4.2 bis 4.7 beschränken sich auf die seit dem 29.07.20 halbstündig gemessenen Datenloggeraufzeichnungen. Durch die kontinuierlichen Datenaufzeichnungen über bisher 16 Monate sind gesicherte Angaben zum Grundwasserschwankungsbereich, zur Grundwasserfließrichtung und zur Reaktion auf klimatische Ereignisse möglich. Die kontinuierlichen Datenaufzeichnungen zeigen folgendes:

GwM 1/1989: Die Endteufe der südwestlich des Steinbruchs liegenden Messstelle liegt bei ca. 410,9 mNN, der Datenlogger wurde rund 1 m darüber, bei 411,94 mNN eingebaut. Möglicherweise ist eine zeitweise Verschlammung des unteren Messstellenbereichs und eine dadurch bedingte ebenfalls zeitweise Verschmutzung des Sensors der Grund dafür, dass die Wasserspiegelganglinie phasenweise nur den klimatischen Trend wiedergibt (Juli 2020 bis Januar 2021 und Mai bis Juli 2021) und kurzfristige Niederschläge bzw. Grundwasserneubildungsphasen messtechnisch nicht erfasst werden. In den Phasen Januar bis Mai 2021 und ab August 2021 liegen dagegen Messungen vor, die zeitverzögert die Niederschläge anzeigen (Anlage 4.3).

Die Wasserspiegelganglinie zeigt folgendes: Im Zeitraum vom 05.08.20 bis 12.01.21 geht der Wasserspiegel kontinuierlich von 413,25 mNN auf 413,02 mNN um 0,23 m zurück. In der nachfolgenden Phase bis zum 03.05.21 zeigen die Loggerdaten einen "natürlichen" Gang mit kurzfristigen Wasserspiegelreaktionen mit einem Maximum am 14.02.21 bei 413,33 mNN und einem Minimum am 28.04.21 mit 412,78 mNN. Anschließend erfolgt wieder eine kontinuierliche Abnahme des Wasserspiegels von 413,02 mNN am 03.05.21 bis auf 412,90 mNN am 14.08.21. Anschließend erfolgen erneut messtechnisch einwandfreie Wasserspiegelmessungen mit Schwankungen zwischen 412,61 mNN am 27.11.21 und 413,03 mNN 9 Tage zuvor.

Der Schwankungsbereich des Grundwassers beträgt in der Messstelle GwM 1/1989 0,55 m.

GwM 2/1989: Die Endteufe der im nordwestlichen Steinbruchbereich liegenden Messstelle GwM 2/1989 liegt bei ca. 418,50 mNN. Die Drucksonde ist auf 420,50 mNN eingebaut.

Die Wasserspiegelganglinie zeigt einen kontinuierlichen Wasserspiegelrückgang von 425,02 mNN am 29.07.20 bis auf 424,07 am 25.12.20 um 0,95 m. Niederschläge machen sich in dieser Phase nicht bzw. zumindest nicht signifikant bemerkbar. Erst die Niederschläge

vom 20.12.20 bis zum 17.01.21 führen dazu, dass sich der Grundwasserspiegel auf ein stabiles Niveau bis zum 21.01.21 einstellt. Die anschließenden 20-tägigen Niederschläge im Zeitraum 21.01.21 bis 10.02.21 von insgesamt 109,7 mm führen zu einem Anstieg des Grundwasserspiegels auf 425,20 mNN bis zum 16.02.21. In der nachfolgenden Phase höherer Grundwasserstände zeigen sich die Niederschlagsereignisse mit etwa 5-tägiger Verzögerung in der Grundwasserganglinie.

Der niedrigste Wasserspiegel wurde am 25.12.20 bei 424,07 mNN, der höchste Wasserspiegel vom 19. bis 23.07.21 mit 425,97 mNN gemessen. Der Schwankungsbereich des Grundwassers liegt damit bei 1,90 m.

GwM 5/1989: Die Endteufe der Messstelle liegt bei 406,9 mNN, die Drucksonde ist rund 2m darüber, bei 408,76 mNN eingebaut. Im Gegensatz zu allen anderen Grundwassermessstellen reagiert die Messstelle GwM 5 sehr rasch auf Niederschläge und geht genauso rasch wieder auf ein Minimalniveau zurück, das innerhalb des Messzeitraums dauerhaft bei rund 414 mNN liegt. In Zeiträumen, in denen eine trockene Witterung vorherrscht, ist in der Grundwasserganglinie eine Verzögerung von knapp 2 Tagen auf Niederschläge vorhanden. Während grundsätzlich feuchteren Witterungsphasen und einer "Sättigung" der überlagernden Deckschichten erfolgt eine raschere Grundwasserneubildung. Die Reaktion des Grundwassers auf Niederschlagsereignisse erfolgt spontaner, mit einer Reaktion von maximal einem Tag. Ein Niederschlagsereignis von 60 mm Niederschlag führt zu einer Grundwasserstandserhöhung um rund 5 m (z. B. März 2021). Wobei ein Zutritt von Tagwasser oder oberflächennahem Wasser in die Messstelle nicht auszuschließen ist.

Das Wasserspiegelminimum wurde am 21.09.20 mit 413,81 mNN, das Maximum am 30.06.21 mit 421,12 mNN gemessen. Der Schwankungsbereich des Grundwassers beträgt damit 7,31 m.

GwM 7/2019: Die Endteufe der Messstelle liegt bei ca. 401,6 mNN, die Drucksonde wurde auf 403,31 mNN eingebaut.

Der Wasserspiegelverlauf in der GwM 7/2029 zeigt eine gute Übereinstimmung mit dem Wasserspiegel der Messstelle GwM 2/1989. Beide verlaufen annähernd parallel, wobei der Wasserspiegel in der Messstelle GwM 7/2029 gedämpfter auf Niederschläge reagiert.

Der Wasserspiegel geht mehr oder weniger kontinuierlich von 411,88 mNN am 05.08.20 bis auf 411,60 mNN am 20.12.20 zurück. Danach erfolgt wieder ein leichter Wasserspiegelanstieg bis zum 21.01.21 auf 413,05 mNN. Wie bei der Messstelle GwM 2/1989 führen die Niederschläge im Zeitraum 21.01.21 bis 10.02.21 von insgesamt 109,7 mm zu einem Grundwasseranstieg auf 413,00 mNN am 19./20.02.21.

Der niedrigste Wasserspiegel innerhalb der Aufzeichnungszeit wurde am 20.12.20 bei 411,60 mNN, der höchste Wasserspiegel am 22.07.21 mit 413,42 mNN gemessen. Der

Schwankungsbereich des Grundwassers liegt damit bei 1,82 m und stimmt mit demjenigen der Messstelle GwM 2/1989 überein.

GwM 8/2019: Die Drucksonde wurde 1,8 m oberhalb der Messstellen-Endteufe (424,4 mNN) bei 426,18 mNN eingebaut.

Analog zum Wasserspiegelverlauf der Messstellen GwM 1/1989, GwM 2/1989 und GwM 7/2019 geht der Grundwasserspiegel vom 29.07.20 bis zum 09.12.20 von 437,10 mNN auf 435,99 mNN zurück und stellt sich bis zum 22.01.21 vermutlich aufgrund der Niederschläge im Zeitraum 20.12.20 bis 16.01.21 auf ein annähernd gleichbleibendes Niveau bei 436,3 mNN ein. Wie bereits bei den Messstellen erfolgt aufgrund der Niederschläge vom 21.01.21 bis 10.02.21 (N = 109,7 mm) ein Anstieg des Grundwassers auf etwa 439,7 mNN ein. Wie bei einigen anderen Messstellen erfolgt auch bei der Messstelle GwM 8/2019 bei höheren Grundwasserständen eine signifikante Reaktion auf weitere Niederschläge, die sich hier mit einer Verzögerung von etwa einem Tag in der Grundwasserganglinie bemerkbar machen. Innerhalb des rund 1,5-jährigen Zeitraums der Datenloggeraufzeichnungen lag der niedrigste Grundwasserspiegel bei 435,99 mNN am 09.12.20 und der höchste Grundwasserstand bei 440,50 mNN am 18.07.21. Die Schwankungsbreite des Grundwassers liegt damit bei 4,51 m.

GwM 9/2019: Die Endteufe der Messstelle liegt bei 437,4 mNN, die Drucksonde wurde auf 438,7 mNN eingebaut.

Der Grundwasserspiegel der Messstelle GwM 9/2019 verläuft gegenüber dem Wasserspiegelgang der vorher beschriebenen Messstellen deutlich gedämpfter. Langfristige Feucht- oder Trockenperioden bilden sich in der Wasserspiegelganglinie durch langdauernde Wasserspiegelrückgänge oder Wasserspiegelanstiege ab. Kurzfristige Niederschläge haben dagegen keine unmittelbaren Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel. Dementsprechend liegt eine lange Absinkperiode des Wasserspiegels von 438,90 mNN am 29.07.20 auf 436,75 mNN am 25.01.21 vor. Ohne Berücksichtigung der anschließenden Fehlzeiten und unter Berücksichtigung der parallel verlaufenden Ganglinie der Messstelle GwM 10/2019 ist davon auszugehen, dass der Wasserspiegel bis Anfang Februar 2021 weiterhin, bis auf etwa 436,4 mNN zurückgegangen ist. Im Anschluss daran erfolgte ein langfristiger Wasserspiegelanstieg bis zum 11.04.21 auf 437,42 mNN, ein gleichmäßiger Rückgang auf 437,17 mNN bis zum 27.06.21 und erneut ein Anstieg auf 438,04 mNN am 18.08.21.

Der niedrigste Wasserspiegel wurde am 25.01.21 bei 436,72 mNN, der höchste Wasserspiegel am 29.07.20 mit 438,90 mNN gemessen. Der Schwankungsbereich des Grundwassers liegt in der Messstelle GwM 9/2019 damit bei 2,18 m.

GwM 10/2019: Die Drucksonde wurde auf eine Tiefe von 434,67 mNN eingebaut. Sie hängt damit gut einen Meter über der Basis der Messstelle (Endteufe 433,3 mNN).

Die Wasserspiegelganglinie der Messstelle GwM 10/2019 verläuft parallel zu derjenigen der Messstelle GwM 9/2019 und zeigt aufgrund ihres ebenfalls gedämpften Verlaufs, dass nur längerfristige klimatische Perioden abgebildet werden. Der Wasserspiegelverlauf zeigt eine lange Absinkperiode von 437,74 mNN am 29.07.20 auf 435,44 am 27.01.21 und verharrt auf einem gleichbleibenden Niveau (435,43 mNN) bis zum 02.02.21. Anschließend erfolgt ein Anstieg des Wasserspiegels bis zum 10.04.21 auf 436,22 mNN, danach ein gleichmäßiges Wiederabsinken des Wasserspiegels bis zum 25.06.21 auf 435,90 mNN und ein erneuter Anstieg auf 436,54 mNN bis zum 26.08.21.

Der niedrigste Wasserspiegel innerhalb der Aufzeichnungszeit wurde im Zeitraum Ende Januar 2021 bis Anfang Februar 2021 bei 435,43 mNN (02.02.21), der höchste Wasserspiegel am 29.07.20 mit 437,74 mNN gemessen. Der Schwankungsbereich des Grundwassers liegt damit bei 2,31 m und ist damit vergleichbar mit demjenigen der Messstelle GwM 9/2019.

Zusammenfassend zeigen die im Halbstundentakt aufgezeichneten Wasserspiegel der sieben Grundwassermessstellen folgendes:

Bei niedrigen Grundwasserständen während trockenen Witterungsperioden machen sich Niederschlagsereignisse in den Wasserspiegelganglinien der Messstellen nicht bzw. nicht signifikant bemerkbar. Dies ist darauf zurückzuführen, dass diese Niederschläge in höherliegenden Schichten wie den Quartären Ablagerungen oder dem Lettenkeuper zurückgehalten werden und nicht unmittelbar zur Grundwasserneubildung im erschlossenen Muschelkalk-Grundwasserleiter führen bzw. nur gepuffert zur Tiefe abfließen. Erst nach der Sättigung der Deckschichten bzw. der Klüfte im Oberen Muschelkalk führen neuerliche Niederschläge sofort bzw. geringfügig verzögert zur Grundwasserneubildung und damit zu signifikant und kurzfristig steigenden Grundwasserständen. Dieser Effekt ist bei nur geringer Überdeckung bzw. bei den näher zum Vorfluter liegenden Messstellen nicht bzw. weniger ausgeprägt.

Dementsprechend gibt es hauptsächlich drei Messstellengruppen, die vergleichbare Wasserspiegelganglinien aufweisen:

- Die Wasserspiegelganglinien der Messstellen GwM 09/2019 und GwM 10/2019 reagieren nicht bzw. sehr gedämpft auf klimatische Ereignisse, sie geben jedoch längerfristige klimatische Trocken- oder Feuchtperioden wieder. Dass kurzfristige Niederschlagsereignisse im Wasserspiegelgang nicht erkennbar sind, ist darauf zurückzuführen, dass die beiden Messstellen am weitesten vom Vorfluter entfernt liegen und die höchste Gesteinsüberdeckung haben.
- Die beiden Messstellen GwM 2/1989 und GwM 7/1989 zeigen während Trockenperioden bzw. während Perioden mit geringen Niederschlägen einen den Messstellen GwM 09/2019 und GwM 10/2019 analogen Wasserspiegelverlauf. Bei Sättigung der Deckschichten reagieren die Wasserspiegel des Muschelkalks jedoch relativ kurzfristig auf

Niederschläge. Dies dürfte auf der näheren Lage der beiden Messstellen zum Neckartal und des dadurch, vermutlich tektonisch bedingten, höheren Anteils an größeren Klüften oder Spalten im Kalkstein des Oberen Muschelkalks zurückzuführen sein, durch die eine rasche Grundwasserneubildung erfolgen kann.

Die Messstelle GwM 8/2019 gehört hydraulisch gesehen zwischen diese beiden Gruppen. Ihr Wasserspiegelgang zeigt, dass die langfristige und gedämpfte Komponente durch eine kurzfristiger auf Niederschläge reagierende Komponente überprägt wird.

- Die nahe am Rand des Neckartals liegende und eine geringe Gesteinsüberdeckung aufweisende Messstelle GwM 5/1989 reagiert spontan auf Niederschlagsereignisse, da die Grundwasserneubildung des Karstgrundwasserleiters in diesem Bereich rasch erfolgt. Der weitgehend gleichbleibende Niedrigwasserspiegel ist auf die Nähe zum Vorfluter zurückzuführen.

In diese Gruppe müsste auch die Messstelle GwM 1/1989 gehören. Genaue Angaben können jedoch aufgrund der zeitweiligen Verschmutzung des Drucksondensensors nicht gemacht werden.

5.4 Durchlässigkeiten

In den Grundwassermessstellen GwM 1/1989 bis GwM 972019 wurden keine Pumpversuche zur Bestimmung der hydraulischen Durchlässigkeit der erschlossenen Trochiten-Formation und Diemel-Formation durchgeführt. Lediglich ein am 14.12.20 in der Grundwassermessstelle GwM 5/1989 durchgeführter Kurzpumpversuch hat überschlägig eine technische Ergebenigkeit von rund 0,01 l/(s·m) und einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f \leq 2 \cdot 10^{-6}$ m/s ergeben.

Grundsätzlich variieren die Durchlässigkeiten des Oberen Muschelkalks aufgrund der heterogen verteilten und heterogen ausgebildeten Klüfte um mehrere Zehnerpotenzen. Vor allem aufgrund der Nähe des Steinbruchs zum Rand des Neckartals und der Auslaugungsvorgänge im salinaren Bereich des Mittleren Muschelkalks können hohe Gebirgsdurchlässigkeiten im teilweise verkarsteten Oberen Muschelkalk auftreten, wie die hohe Abstandsgeschwindigkeit von 430 m/h des Markierungsversuchs aus dem Jahr 1970 belegt (Abschnitt 5.5).

5.5 Markierungsversuche

Im Bereich des Steinbruchs wurden in den Jahren 1970 durch das damalige Geologische Landesamt und 1991 durch das Büro für Angewandte Geologie Dr. Schmidt-Witte Markierungsversuche durchgeführt.

- Der Markierungsstoff für den Markierungsversuch des Geologischen Landesamts Baden-Württemberg wurde in eine Doline eingegeben, die rund 400 m nordnordöstlich des Steinbruchs und rund 300 m westnordwestlich der heutigen Grundwassermessstelle GwM 8/2019 liegt. Untersucht wurde, ob und wann der Markierungsstoff in der 1 km süd-südwestlich der Eingabestelle gelegenen Karstquelle Fischingen ankommt. Aufgrund der hohen Gebirgsdurchlässigkeit erfolgte dies bereits nach kurzer Zeit, so dass daraus eine Abstandsgeschwindigkeit (v_a) von 430 m/h errechnet werden konnte.
- Im Jahr 1991 wurden im Zuge einer früheren Steinbrucherweiterung 3 kg Uranin mit 10 m³ Wasser in die die Trochiten-Formation und die Diemel-Formation erschließende Grundwassermessstelle GwM 2/1989 eingegeben und mit 25 m³ Wasser nachgespült. Untersucht werden sollte, ob und wann der Markierungsstoff in den Tiefbrunnen 1 bis 3 der Wasserversorgung Empfingen, in der Karstquelle Fischingen und im Neckar zwischen den Brunnen und der Karstquelle ankommt. Nach einer 14-tägigen Beobachtungszeit konnte der Markierungsstoff in keiner der Probenahmestellen nachgewiesen werden. Herr Dr. Schmidt-Witte hat daraus geschlossen, dass das Grundwasser über eine Störung vom Mittleren Muschelkalk in den Unteren Muschelkalk abfließt. Da der Neckar jedoch der Vorfluter des Muschelkalkgrundwassers ist, ist auch nicht auszuschließen, dass die 14-tägige Beobachtungszeit zu kurz war.

5.6 Grundwasserfließrichtung

Um festzustellen, ob und gegebenenfalls wie sich die Grundwasserfließrichtung bei niedrigem und bei hohem Grundwasserstand unterscheidet, wurden aus den Datenloggeraufzeichnungen des Zeitraums Juli 2020 bis November 2021 zwei signifikante Stichtage ausgewählt. Zur Darstellung eines niedrigen Grundwasserstands eignet sich der Stichtag 21.01.21, der gegen Ende einer von Juli 2020 bis Januar 2021 andauernden rund 6-monatigen relativen Trockenperiode mit einer kontinuierlichen Absenkungsphase des Grundwasserspiegels der Messstellen liegt (Anlagen 4.3 bis 4.7). Zur Erstellung einer Grundwassergleichenkarte für einen hohen Grundwasserstand wurden die Grundwasserstände des Stichtags 22.07.21 verwendet. Sie stellen das Maximum des knapp 1,5-jährigen Messzeitraums dar und liegen innerhalb einer Feuchtperiode mit generell hohen Grundwasserständen. Sowohl die Karstquelle Fischingen als auch die Brunnen 1 bis 3 der Wasserversorgung Empfingen sind in den Grundwassergleichenkarten berücksichtigt. Verwendet wurden die Grundwasserstände aus dem Jahr 2020, die im Gutachten Dr. Schmidt-Witte vom 02.12.10 enthalten sind. Die Grundwassergleichenkarten für den niedrigen bzw. den hohen Grundwasserstand sind in den Anlagen 5.1 bzw. 5.2 dargestellt. Sie zeigen folgendes:

- Niedriger Grundwasserstand (Stichtag 21.01.21):
Bei niedrigem Grundwasserstand liegt eine grundsätzliche Fließrichtung von

Nordnordosten in Richtung zum Steinbruch und seiner Erweiterungsflächen vor. Im Bereich der Grundwassermessstellen GwM 8/2019, GwM 9/2019 und GwM 10/2019 besteht dabei ein niedriges Grundwassergefälle von 0,54 %. Ab der Grundwasserhöhenlinie 435 mNN (etwa der Linie GwM 10/2019 – GwM 8/2019 entsprechend) bis zum Neckar ist der hydraulische Gradient mit 3,4 % deutlich höher. Etwa im Zentrum des bestehenden Steinbruchs scheint sich eine Wasserscheide auszubilden, die den Grundwasserstrom nach Südsüdosten in Richtung der Karstquelle Fischingen und nach Südwesten in Richtung des Wasserschutzgebiets der Brunnen Empfingen aufteilt (Anlage 5.1). Dies stimmt mit der durch den Markierungsversuch aus dem Jahr 1970 nachgewiesenen direkten Fließrichtung von der Eingabestelle zur Karstquelle Fischingen überein.

▪ Hoher Grundwasserstand (Stichtag 22.07.21):

Bei hohem Grundwasserstand ist das Grundwassergefälle höher und "ausgeglichener" als bei niedrigem Grundwasserstand. Der hydraulische Gradient im Bereich der Grundwassermessstellen GwM 8/2019, GwM 9/2019 und GwM 10/2019 liegt bei 1,7 % und nimmt in Richtung zum Neckar auf 4% zu. Die Grundwasserganglinien zeigen dabei einen ähnlichen Verlauf. Die potentielle Grundwasserscheide ist auch bei hohem Grundwasserstand vorhanden, sie verschiebt sich im Bereich des Steinbruchs jedoch etwas nach Südwesten. Die "Trennung" der Fließrichtung ist bei hohem Grundwasserstand ausgeprägter als bei niedrigem Grundwasserstand, so dass der Abstrom aus dem Steinbruch und seiner Erweiterungsflächen etwa zur Hälfte nach Südwesten und zur Hälfte nach Südsüdosten erfolgt (Anlage 5.2).

5.7 Hydrochemische Analysen aus dem Bereich des Steinbruchs

Am 14.12.20 und am 15.12.20 wurden durch S&P aus den Grundwassermessstellen GwM 2/1989, GwM 5/1989, GwM 7/2019, GwM 8/2019 und GwM 10/2019 Wasserproben entnommen. Aufgrund der großen Tiefe der Messstellen und des niedrigen Grundwasserstands in den Messstellen wurden, abgesehen von der Messstelle GwM 5/1989, Schöpfproben entnommen. Die Wasserprobe in der Messstelle GwM 5 ist eine Pumpprobe und wurde am Ende des am 14.12.20 durchgeführten Kurzpumpversuchs entnommen. Da in der ursprünglich ebenfalls zur Beprobung vorgesehenen Messstelle GwM 9/2019 kein Grundwasser, sondern nur eine schlammige Auflandung angetroffen wurde, konnte aus dieser Messstelle keine Wasserprobe entnommen werden.

Die Proben wurden der Analytik-Team GmbH, Fellbach, zur chemischen Untersuchung nach dem Grundmessprogramm G der LUBW und auf Schwermetalle überbracht. Nachfolgend sind die Analysenergebnisse beschrieben und bewertet und in der Anlage 6.1 tabellarisch dargestellt. Die beprobten Grundwassermessstellen erschließen mit ihren Filterstrecken die Trochitenkalk-Formation des Oberen Muschelkalks und die darunter folgende Diemel-

Formation (Obere Dolomite) des Mittleren Muschelkalks. Aufgrund der Bohr- bzw. Ausbautiefen ist hauptsächlich bei den Grundwassermessstellen GwM 2/1989, GwM 5/1989 und GwM 7/2019 ein hydrochemischer Kontakt zur darunter liegenden Oberen Sulfatregion vorhanden bzw. nicht auszuschließen.

Chemische Analysenbefunde: Die Analysenbefunde der Analytik-Team GmbH (Prüfbericht vom 22.12.20) sind in Anlage 6.1 zusammen mit den von S&P vor Ort gemessenen Probenahmeparametern tabellarisch zusammengestellt. Die Analysenergebnisse zeigen folgendes:

- Probenahmeparameter: Abgesehen von der Wasserprobe aus der Messstelle GwM 8/2019, die farblos und klar war, hatten die übrigen Proben (auch die Pumpprobe GwM 5/1989) bei der Probenahme eine bräunliche oder graubraune Färbung und wiesen eine mehr oder weniger starke Trübung auf. Dies spricht für eine nur geringe Durchströmung der Messstellen.

Die Wassertemperaturen lagen zwischen 7,7 °C und 9,9 °C. Die in der Wasserprobe GwM 5/1989 gemessenen 13,1 °C sind auf die Abwärme der U-Pumpe zurückzuführen.

Die pH-Werte liegen erwartungsgemäß im Carbonat-Pufferbereich.

Die el. Leitfähigkeiten der entnommenen Wasserproben lagen zwischen knapp 500 µS/cm und knapp 700µS/cm. Lediglich die Probe aus der Messstelle GwM 7/2019 lag mit 2.300 µS/cm deutlich darüber. Die Labor-Messungen der el. Leitfähigkeiten zeigen allerdings von unseren Vor-Ort-Messungen abweichende und mit unseren berechneten el. Leitfähigkeiten wiederum gut übereinstimmende Werte zwischen 650 µS/cm und 980 µS/cm. Bei der Messstelle GwM 7/2019 ergab auch die Labormessung eine deutlich über den übrigen Wasserproben liegende el. Leitfähigkeit von 1.700 µS/cm (Anlage 6.1).

- Chemische Hauptbestandteile: Die Analysenergebnisse des Grundwassers der beprobten Messstellen zeigen folgende drei sich voneinander unterscheidende Wassertypen:
 - Mit den eher auf der westlichen Seite des Steinbruchs liegenden Messstellen GwM 2/1989, GwM 5/1989 und GwM 10/2019 wurde ein Ca-Mg-HCO₃-SO₄-Wasser erschlossen. Die Wässer weisen jedoch unterschiedlich hohe Mineralisationen auf, wobei die oberstrom liegende Messstelle GwM 10/2019 vermutlich aufgrund ihrer höheren Überdeckung mit 1.054 mg/l eine höhere Mineralisation aufweist, als die unterstrom liegenden, geringer überdeckten und damit oberflächennäher liegenden Wässer der Messstellen GwM 2/1989 mit 892 mg/l und GwM 5/1989 mit 700 mg/l. Alle drei Wässer sind (annähernd) sauerstoffgesättigt und oxidiert.
 - Das Grundwasser der Messstelle GwM 7/2019 hat mit 1.850 mg/l die höchste Gesamtmineralisation, die zum einen auf hohe Calcium- und Sulfat-Konzentrationen und zum anderen auf einen hohen Natrium- und Chlorid-Gehalt zurückzuführen ist. Dies spricht für einen erhöhten Einfluss aus den unterhalb der Diemel-Formation (Obere Dolomite) folgenden salinaren Folgen der Heilbronn-Formation des Mittleren

Muschelkalks. Dementsprechend gehört das Wasser der Messstelle GwM 7/2019 zum Ca-Mg-SO₄-HCO₃-Typ. Das Wasser ist mit einem Gehalt von 2,6 mg/l sauerstoffunter-sättigt und weist dementsprechend mit 8,1 mg/l den geringsten Nitrat-Gehalt, jedoch erhöhte Ammonium- sowie Eisen- und Mangan-Gehalte auf.

- Auch der Chemismus des Grundwassers der Messstelle GwM 8/2019 weist auf einen Einfluss der salinaren Gesteine der Heilbronn-Formation hin. Allerdings ist die Sulfat-Konzentration mit 20 mg/l sehr gering und liegt deutlich niedriger als die Chlorid-Konzentration von 57 mg/l. Dementsprechend gehört das Grundwasser zum Ca-Mg-HCO₃-Cl-Typ. Das Wasser ist mit 9,4 mg/l sauerstoffgesättigt und enthält kein gelöstes Eisen und Mangan.
- Schwermetalle: Bei den untersuchten Schwermetallen Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Quecksilber liegen die Konzentrationen in allen Grundwassermessstellen unter oder nur knapp oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze.
Die Zink-Konzentrationen liegen in den Messstellen GwM 2/1989, GwM 8/2019 und GwM 10/2019 zwischen 0,21 µg/l und 0,33 µg/l. In den Messstellen GwM 5/1989 und GwM 7/2019 liegen die Zink-Konzentrationen unter bzw. mit 0,059 µg/l knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze.
Die Gehalte an gelöstem Eisen und Mangan liegen in den Messstellen GwM 2/1989, GwM 8/2019 und GwM 10/2019 unter der Bestimmungsgrenze. In der Messstelle GwM 5/1989 wurde eine Eisenkonzentration von 0,17 mg/l gemessen, die Mangan-Konzentration liegt dagegen ebenfalls unter der Bestimmungsgrenze. Aufgrund der reduzierten Bedingungen des Wassers der Messstelle GwM 7/2019 wurden Eisen- und Mangan-Konzentrationen von 0,12 mg/l bzw. 0,15 mg/l gemessen (Anlage 6.1).

Die hydrochemischen Untersuchungen zeigen, dass die in der Trochiten-Formation und der Diemel-Formation erschlossenen Grundwässer oberhalb der vermutlichen Grundwasser-sohlschicht der Heilbronn-Formation nur eine geringe Mächtigkeit aufweisen und dass die Messstellen vor allem bei hoher Gesteinsüberdeckung nur langsam durchströmt werden. Der Einfluss der salinaren Folgen der Heilbronn-Formation zeigen sich an erhöhten Sulfat- und Natriumchlorid-Konzentrationen.

5.8 Brunnen der Wasserversorgung Empfingen

Die Gemeinde Empfingen betreibt zur Versorgung ihres Ortsteils Empfingen in Fischingen ein Wasserwerk, das zu 90 % durch Eigenwasser aus ihren drei Brunnen in der Neckartalaue

gespeist wird. Die übrigen 10 % Wasser werden von der Wasserversorgung Nordstetten geliefert und zugemischt.

5.8.1 Einzugsgebiet bzw. Wasserschutzgebiet

Das Wasserschutzgebiet Empfingen GWF I Fischingen umfasst den Brunnen I und das Wasserwerk. Es liegt rechts, östlich des Neckars und grenzt an diesen an. Die Ausdehnung seiner Zone III reicht nach Osten bis zur Betraer Steige, die von der Landesstraße L 410 abzweigt und nach Norden in Richtung Horb-Betra führt (Anlage 1.4). Der bestehende Steinbruch sowie seine geplante Erweiterungsfläche liegen außerhalb des Wasserschutzgebiets. Die Schutzgebietszonen I und II der Brunnen 2 und 3 liegen auf der linken, westlichen Neckarseite und somit 540 m westlich des derzeitigen Steinbruchs.

5.8.2 Brunnenausbau

Nach den Unterlagen aus dem Hydrogeologischen Gutachten des Büros für Angewandte Geologie Dr. Schmidt-Witte vom 02.12.10 haben die drei Brunnen der Wasserversorgung Empfingen folgenden Ausbau:

Der **Brunnen 1** ist ein 6,11 m tiefer Schachtbrunnen, der die Quartären Sande und Kiese des Neckars erschließt. Das Schachtbauwerk ist unten offen, so dass der Wasserzutritt vermutlich ausschließlich über die Sohle des Brunnenschachts erfolgt.

Der **Brunnen 2** ist 14,0 m tief und durchteuft die 9 m mächtigen Quartären Ablagerungen des Neckars sowie nach der geologischen Deutung von Herrn Dr. Schmitt-Witte 5 m des Muschelkalks im Grenzbereich Mittlerer / Unterer Muschelkalk. Die Beschreibung dieses erbohrten Abschnitts als "Letten, schwarz mit Kalksteingeröllen" kann auch auf umgelagertes Muschelkalkmaterial aus dessen Verwitterungsbereich hindeuten.

Mit seiner Filterrohrstrecke zwischen 4,0 m und 9,0 m erschließt der Brunnen 2 ebenfalls den Neckarkies. Aufgrund der durchgehenden Filterkies hinterfüllung auch der darunter folgenden Vollrohrstrecke bis 14,0 m sind Wasserzutritte aus dem Bereich unterhalb des Neckarkies-Grundwasserleiters jedoch möglich.

Einen dem Brunnen 2 ähnlichen Ausbau weist auch der **Brunnen 3** auf. Dieser ist ebenfalls 14,0 m tief und erschließt mit seiner Filterstrecke zwischen 5,2 m und 9,2 m den Neckarkies. Darunter folgt bis zur Endteufe "Kalkstein", der nach Herrn Dr. Schmitt-Witte der Diemel-Formation des Mittleren Muschelkalks zuzurechnen ist. Da auch die unterhalb der Filterrohrstrecke bis 13,7 m folgende Vollrohrstrecke im Bereich des Kalksteins ebenfalls mit Filterkies hinterfüllt ist, sind wie beim Brunnen 2 zusätzliche Grundwasserzutritte aus dem Kalkstein möglich.

Nach den Brunnenausbauten erschließen die drei Brunnen somit stockwerksübergreifend

sowohl den Neckarkies-Grundwasserleiter als auch den Festgesteinsgrundwasserleiter des Mittleren Muschelkalks. Die jeweiligen Anteile an der Gesamtfördermenge sind abhängig von den Durchlässigkeitsbeiwerten der beiden Grundwasserleiter und der hydraulischen Verhältnisse. Aufgrund des gegenüber dem Festgestein höheren Durchlässigkeitsbeiwerts des Neckarkieses ist davon auszugehen, dass der Anteil des Neckarkiesgrundwassers (deutlich) überwiegt.

5.8.3 Hydrochemische Analysen

Nachfolgend sind die im Gutachten des Büros für Angewandte Geologie Dr. Schmidt-Witte vom 02.12.10 enthaltenen Analysenergebnisse der Wasserproben aus den Brunnen 1 bis 3 der Wasserversorgung Empfingen, aus dem Neckar sowie aus der Karstquelle Fischingen beschrieben und bewertet und in Anlage 6.2 tabellarisch zusammengestellt. Da nur einzelne Kationen (Calcium und Magnesium) und Anionen (Chlorid, Nitrat, Sulfat) untersucht wurden, lassen sich die Brunnenwässer nicht in Wassertypen einteilen. Dennoch lassen sich folgende Angaben machen:

Die Brunnen 1 und 3 zeigen einen nahezu identischen Chemismus, obwohl der Brunnen 1 als Schachtbrunnen nur Wasser aus dem Neckarkies-Grundwasserleiter erschließt und dem Brunnen 3 als stockwerksübergreifend ausgebautem Bohrbrunnen potentiell zusätzlich Grundwasser aus dem Muschelkalk zufließen kann. Auffallend sind die relativ hohen Gehalte von rund 150 mg/l Calcium, 200 mg/l Sulfat und 40 mg/l Chlorid, die auf den Einfluss salinärer Folgen des Mittleren Muschelkalks hindeuten. Demnach enthält das Uferfiltrat der Neckartalaue einen Anteil an Muschelkalkwasser. Auch das Neckarwasser selbst weist mit ebenfalls 40 mg/l Chlorid und einem geringeren (und wechselnden) Sulfat-Gehalt von 94 mg/l bzw. 136 mg/l einen Muschelkalkwasser-Anteil auf. Wie bereits die Grundwassergleichenkarten der Anlagen 6.1 und 6.2 zeigen, fließt das Muschelkalk-Grundwasser von Nordosten nach Südwesten zu seinem Vorfluter, dem Neckar.

Der rund 500 m stromabwärts gelegene und ebenfalls stockwerksübergreifend ausgebaute Brunnen 2 weist gegenüber den Brunnen 1 und 3 eine geringere Mineralisation auf. Die Sulfat- und Chlorid-Konzentrationen liegen bei nur noch etwa 25 % der Konzentrationen in den Brunnen 1 und 3.

Der Chemismus des Wassers aus der Karstquelle Fischingen weist aufgrund des hohen Nitratgehalts von knapp 30 mg/l und des relativ hohen Chlorid- und Sulfat-Gehalts sowohl Merkmale eines Oberflächeneinflusses als auch eines Einflusses des Mittleren Muschelkalks auf. Bereits der Markierungsversuch hat gezeigt, dass Oberflächenwasser bzw. oberflächennahes Wasser vor allem im Bereich von Dolinen rasch versickern kann, sich mit dem

Muschelkalk-Grundwasser mischt und mit einer hohen Abstandsgeschwindigkeit durch Karstklüfte in Richtung Neckar fließt.

6 Zusammenfassende Bewertung und Sicherheitsmaßnahmen

Nachfolgend sind die vorliegenden Untersuchungsergebnisse zusammenfassend dargestellt und im Hinblick auf eine quantitative und qualitative Beeinflussung des Karstgrundwasserleiters unter besonderer Berücksichtigung der Wasserfassungen der Empfänger Wasserversorgung bewertet.

Grundwasserstände und Abbausohle: Im Bereich der nördlichen Erweiterungsfläche des Steinbruchs (Bereich GwM 10/2019, GwM 9/2019 und GwM 8/2019) herrscht hauptsächlich bei niedrigen aber auch bei hohen Grundwasserständen ein relativ flaches **Grundwassergefälle** von 0,54 % bzw. von 1,7 % vor. Dies ist auf die größere Entfernung zum Vorfluter, eine hohe Gesteinsüberdeckung des Grundwasserkörpers, eine geringe Auslaugung des Mittleren Muschelkalks und ein dadurch bedingtes wenig zerrüttetes Gebirge zurückzuführen, was zu einer "gedämpften" Grundwasserneubildung führt. Die näher zum Talrand des Neckartals liegenden Bereiche des bestehenden Steinbruchs und der Erweiterungsfläche haben dagegen ein steileres Grundwassergefälle von 3,4 % bzw. 4 %. Diese Bereiche weisen eine geringere Gesteinsüberdeckung sowie ein eher zerrüttetes Gebirge mit einer durch Störungen begrenzten Schollenstruktur auf, die auf die in Talrandnähe bedingte höhere Auslaugung der salinaren Folgen im Mittleren Muschelkalk zurückzuführen ist. Wahrscheinlich führen die geringer durchlässigen Störungsbereiche und die gegeneinander versetzten Schollen zu eher geringeren Gebirgsdurchlässigkeiten mit insgesamt steileren Grundwassergradienten. Dennoch sind örtlich auch höhere Durchlässigkeiten und hohe Abstandsgeschwindigkeiten durch Großklüfte oder Verkarstungen möglich.

Da der Gesteinsabbau im Steinbruch als Trockenabbau erfolgen soll, ergibt sich die Höhe der **Abbausohle** auf der Basis der höchsten gemessenen Grundwasserstände. Der höchste Grundwasserstand liegt im Bereich der nördlichsten Ausdehnung der Erweiterungsfläche bei 437 mNN. Er nimmt nach Südwesten ab, so dass die südlichsten Enden der Erweiterungsfläche bei 416 mNN liegen. Ausgehend davon, dass die tiefste Abbausohle mindestens 1 m oberhalb des höchsten Grundwasserstands liegen soll, ergeben sich unter Berücksichtigung fortgesetzter Wasserspiegelaufzeichnungen und möglicher höherer Grundwasserstände für die Erweiterungsflächen Abbautiefen zwischen knapp 440 mNN und 420 mNN.

Trinkwasserschutzgebiet Wasserversorgung Empfingen: Der Steinbruch und seine Erweiterungsflächen liegen außerhalb des Wasserschutzgebiets der Empfänger Trinkwasserbrunnen im Neckartal. Da der Neckar jedoch der Vorfluter des Muschelkalkgrundwassers ist,

liegt der Steinbruch dennoch (indirekt) im Zustrombereich der Wasserfassungen. Daher sind potentielle quantitative und qualitative Beeinflussungen der Trinkwasserbrunnen nicht auszuschließen. Diese werden unter Berücksichtigung der schon bestehenden und weiter vorgesehenen Sicherheitsmaßnahmen wie folgt bewertet:

- **Bestehende und zusätzlich vorgesehene Sicherheitsmaßnahmen:** Wie der im Jahr 1991 durchgeführte Markierungsversuch gezeigt hat, ist auch nach einer Beobachtungszeit von 14 Tagen kein Markierungsstoff an den Beprobungsstellen im Neckartal angekommen, so dass davon ausgegangen werden kann, dass auch im Havariefall eine ausreichende Vorwarnzeit für die Wasserversorgung Empfingen besteht. Wie bereits im derzeitigen Steinbruchbetrieb werden auch in den geplanten Erweiterungsbereichen des Steinbruchs keine Gefahrstoffe gelagert. Die Betankung von Fahrzeugen erfolgt ausschließlich auf dafür vorgesehenen und durch technische Maßnahmen besonders geschützten Bereichen. Zudem wird für einen nicht mit absoluter Sicherheit auszuschließenden Havariefall innerhalb des Steinbruchs ein Notfallplan erstellt. Dieser beinhaltet auch eine Meldkette, nach der sowohl Rettungskräfte und technische Hilfsdienste als auch verantwortliche Personen des Betriebs sowie der Wasserversorgung und des Wasserwerks benachrichtigt werden müssen. Details regeln Betriebsanweisungen.

Die Steinbruchsohle der Bereiche die zur Wiederverfüllung vorgesehen sind, werden vor der Wiedereinlagerung von fremdem Erd- bzw. Gesteinsmaterial mit einer 5 m mächtigen Deckschicht aus vorwiegend bindigem Material aus dem Steinbruch abgedichtet. Das zur Wiederverfüllung verwendete Material wird den gesetzlich vorgeschriebenen Qualitätsuntersuchungen unterzogen.

Zur mittel- und langfristigen Kontrolle des Grundwasserabstroms aus dem Steinbruchbereich ist ein Grundwassermonitoring vorgesehen. Dieses beinhaltet neben der Weiterführung der bisherigen Wasserspiegelaufzeichnungen mittels Drucksonden und Datenloggern jährliche Wasserprobenahmen aus den im Grundwasserabstrom liegenden Messstellen GwM 1/1989, GwM 2/1989, GwM 5/1989 und GwM 7/2019 mit hydrochemischen Untersuchungen nach dem Grundmesprogramm G, auf Schwermetalle sowie auf spezifische Schadstoffe. Die Untersuchungsergebnisse werden jeweils zusammen mit den chemischen Analysen der Brunnenwässer der Wasserversorgung Empfingen bewertet.

- **Potentielle quantitative Beeinflussung:** Die Aufzeichnung der Grundwasserstände in den Grundwassermessstellen der Steinbruchumgebung hat gezeigt, dass die Schichten oberhalb des Karstgrundwasserleiters, das Quartär und der Lettenkeuper sowie in geringerem Maße auch Schichtglieder des Oberen Muschelkalks, eine "dämpfende" Wirkung auf die Grundwasserneubildung im Karstgrundwasserleiter haben, so dass eine signifikante Grundwasserneubildung erst nach der Wassersättigung der Deckschichten erfolgt. Durch den Abtrag der Deckschichten in der Erweiterungsfläche fällt diese

Retentionswirkung weg, so dass eine potentiell höhere und "direktere" Grundwasserneubildung in den Karstgrundwasserleiter erfolgt.

Nach Beendigung des Kalksteinabbaus und vollendeter Wiederverfüllung des Steinbruchs ist aufgrund des zumindest teilweise bindigen und damit geringporigen Materials und des Verlustes der ursprünglich vorhandenen Kluftstruktur des Kalksteins jedoch mit einer örtlich geringeren Grundwasserneubildung im Muschelkalkgrundwasserleiter zu rechnen. Da jedoch davon auszugehen ist, dass das unterirdische Einzugsgebiet der Trinkwasserbrunnen deren oberirdisches Einzugsgebiet deutlich überwiegt, ist die dadurch bedingte quantitative Beeinflussung der Brunnen als nicht erheblich anzusehen. Auch ist im Hinblick darauf, dass der Trinkwasserbrunnen 1 ausschließlich den Quartären Grundwasserleiter der Neckarkiese und die Brunnen 2 und 3 aufgrund ihres stockwerksübergreifenden Ausbaus ihr Wasser ebenfalls zumindest teilweise, bzw. aufgrund des gegenüber dem Muschelkalk potentiell höheren Durchlässigkeitsbeiwerts des Neckarkieses, überwiegend aus dem Neckarkies fördern, eine erhebliche quantitative Beeinflussung der Wasserfassungen der Empfänger Wasserversorgung nicht zu besorgen.

- **Potentielle qualitative Beeinflussung:** Dass der Neckar der Vorfluter für den Karstgrundwasserleiter der Trochitenkalk-Formation des Oberen Muschelkalks und der Diemel-Formation des Mittleren Muschelkalks ist, macht sich auch im Chemismus der Brunnenwässer durch erhöhte Chlorid- und Sulfat-Gehalte bemerkbar. Selbst im Brunnen 1, der als Schachtbrunnen keinen stockwerksübergreifenden Ausbau aufweist und ausschließlich Uferfiltrat erschließt, ist aufgrund der erhöhten Calciumsulfat- und Chlorid-Gehalte ein Grundwassereinfluss aus dem Mittleren Muschelkalk erkennbar.

Da im bestehenden Steinbruch und auch in den vorgesehenen Erweiterungsflächen die tiefste Abbausohle oberhalb des Karstgrundwassers liegt bzw. liegen wird, ist kein direkter Eingriff in den Grundwasserleiter vorhanden. Der natürliche Grundwasserstrom sowie der Grundwasserchemismus werden demnach nicht direkt beeinflusst. Dennoch ist im Rahmen des sowohl während der Abbautätigkeit als auch während der Wiederverfüllung des Steinbruchs vorgesehenen Grundwassermonitorings eine hydrochemische Überwachung des Grundwasserabstroms mit Bewertung der potentiellen Auswirkungen auf die Wasserversorgung Empfingens vorgesehen.

Anlagen

Anlage

Lagepläne des Steinbruchs

- Übersichtslageplan (M 1:25 000) mit Lage des Steinbruchs 1.1
- Lageplan (M 1: 10 000) mit Lage des bestehenden Steinbruchs, der Erweiterungsflächen, der GW-Messstellen mit Ansatzhöhe sowie des Wasserschutzgebiets und der Brunnen 1 bis 3 der Wasserversorgung Empfingen 1.2
- Orthofoto (M 1: 10 000) mit Lage des Steinbruchs und der Grundwassermessstellen sowie der Brunnen 1 bis 3 der Wasserversorgung Empfingen 1.3
- Orthofoto (M 1: 5 000) der LUBW mit Lage des Steinbruchs und des Trinkwasserschutzgebiets Empfingen GWF I und GWF III Fischingen 1.4

Geologie

- **Schichtenfolge und Ausbau** der Grundwassermessstellen
 - GwM 1/1989 2.1.1
 - GwM 2/1989 2.1.2
 - GwM 3/1989 (inzwischen aufgelöst) 2.1.3
 - GwM 4/1989 (inzwischen aufgelöst) 2.1.4
 - GwM 5/1989 2.1.5
 - GwM 6/1989 (inzwischen aufgelöst) 2.1.6
 - GwM 7/2019 2.1.7
 - GwM 8/2019 2.1.8
 - GwM 9/2019 2.1.9
 - GwM 10/2019 2.1.10
- Schichtlagerungskarte der Schichtgrenze Oberer / Mittlerer Muschelkalk 2.2

Geophysikalische Untersuchungen

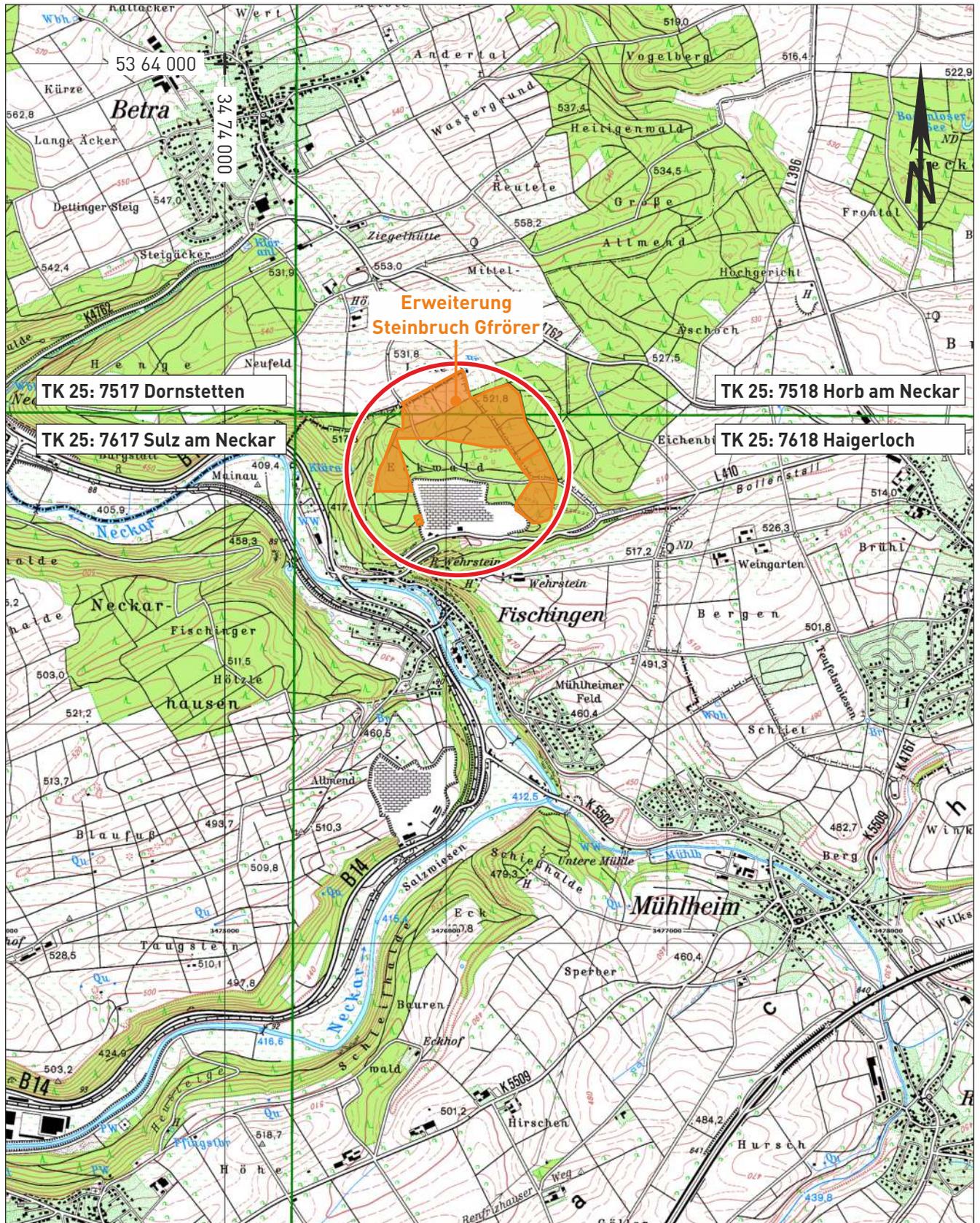
Gamma-Log-Messungen der terratec Geophysical Services

- GwM 7/2019 (Bohrungs-Nr. terratec: B18-7) vom 06.03.19 3.1
- GwM 8/2019 (Bohrungs-Nr. terratec: B18-8) vom 13.03.19 3.2
- GwM 9/2019 (Bohrungs-Nr. terratec: B18-9) vom 07.02.19 mit stratigraphischer Gliederung der Schichtenfolge durch das LGRB 3.3
- GwM 10/2019 (Bohrungs-Nr. terratec: B18-10) vom 26.02.19 mit stratigraphischer Gliederung der Schichtenfolge durch das LGRB 3.4
- GwM 11/2019 (Bohrungs-Nr. terratec: B18-11) vom 15.02.19 3.5

Grundwasserganglinien und Niederschlag (DWD-Station Horb-Betra)

- GwM 1/1989 bis GwM 5/1989 und GwM 7/2019 bis GwM 10/2019 vom 20.01.10 bis 29.11.21: Lichtlot- und Drucksondenmessungen 4.1
- GwM 1/1989, GwM 2/1989, GwM 5/1989, GwM 7/2019, GwM 8/2019, GwM 9/2019 und GwM 10/2019: Datenloggeraufzeichnungen vom 29.07.20 bis 29.11.21 4.2
- GwM 1/1989: 29.07.20 bis 29.11.21 4.3
- GwM 2/1989: 29.07.20 bis 29.11.21 4.4

▪ GwM 5/1989: 29.07.20 bis 29.11.21	4.5
▪ GwM 7/2019: 29.07.20 bis 29.11.21	4.6
▪ GwM 8/2019, GwM 9/2019 und GwM 10/2019: 29.07.20 bis 29.11.21	4.7
Grundwassergleichenkarten	
▪ Stichtag 21.01.21: Niedriger Grundwasserstand	5.1
▪ Stichtag 22.07.21: Hoher Grundwasserstand	5.2
Chemische Untersuchungen	
▪ Grundwassermessstellen GwM 2/1989, GwM 5/1989, GwM 7/2019, GwM 8/2019 und GwM 10/2019 vom 14.12.20 bzw. 15.12.20: Tabellarische Darstellung	6.1
▪ Trinkwasserbrunnen der Wasserversorgung Empfingen, Neckar und Karstwasserquelle Fischingen vom 04.06.87 bis 11.05.10: Tabellarische Darstellung	6.2
Brunnen Wasserversorgung Empfingen	
▪ Ausbau Brunnen 1 (Schachtbrunnen)	7.1
▪ Ausbau Brunnen 2 (Bohrbrunnen)	7.2
▪ Ausbau Brunnen 3 (Bohrbrunnen)	7.3



TK 25: 7517 Dornstetten

TK 25: 7518 Horb am Neckar

TK 25: 7617 Sulz am Neckar

TK 25: 7618 Haigerloch

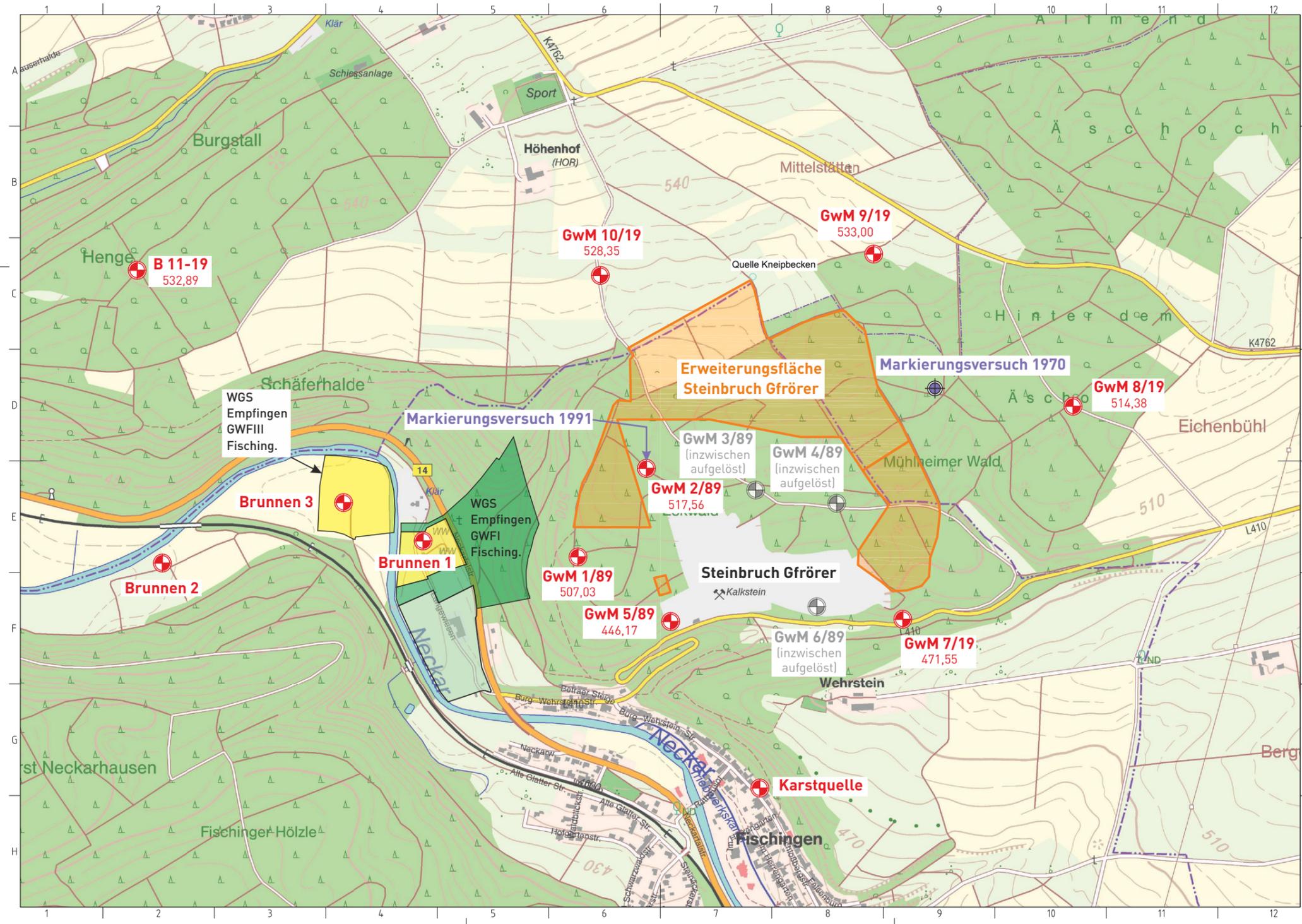
© LGL B-W (www.lgl-bw.de) 2012; thematisch ergänzt durch S&P

0 250 500 750 1000 m

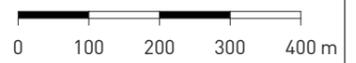
Übersichtslageplan mit
Lage des Steinbruchs

gez. me
gepr. Bü

Maßstab
1:25 000

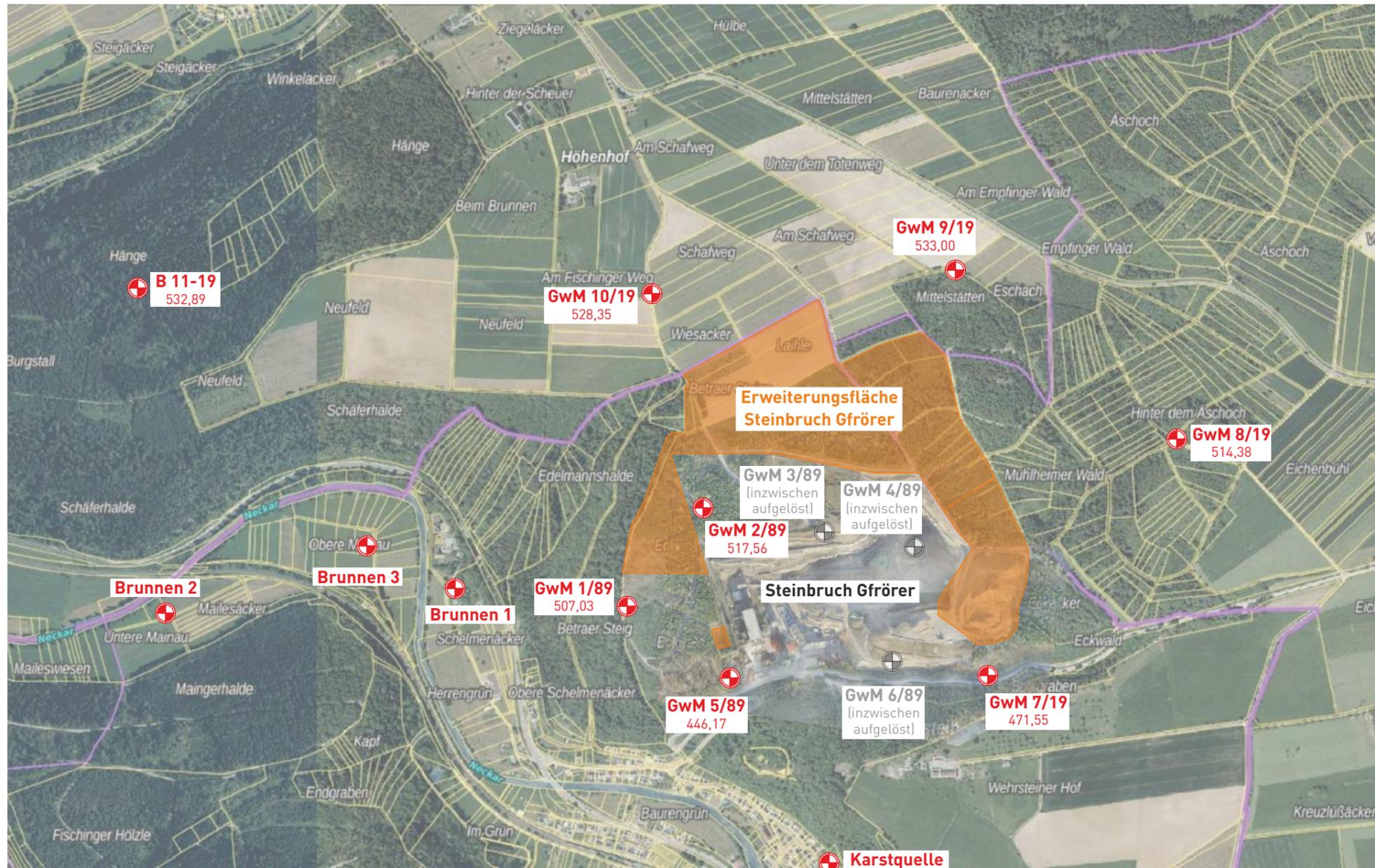


- Wasserschutzgebietszone
- Zone I und II bzw. II A
 - Zone II B liegt nicht vor
 - Zone III und II A
 - Zone III B



Lageplan mit Lage bestehender Steinbruch, Erweiterungsflächen, Gw-Messstellen mit Ansatzhöhe und WSG Empfangen mit Brunnen

gez. AJ/me	Maßstab 1:10 000
gepr. Bü	



Orthofoto mit Lage des
 Steinbruchs und der Grundwassermessstellen

gez. AJ/me gepr. Bü	Maßstab 1:10 000
------------------------	---------------------

Orthofoto (M 1:5 000) der LUBW mit Lage des Steinbruchs
und des Trinkwasserschutzgebiets Empfingen GWF I und
GWF III Fischingen



Zeichenthema

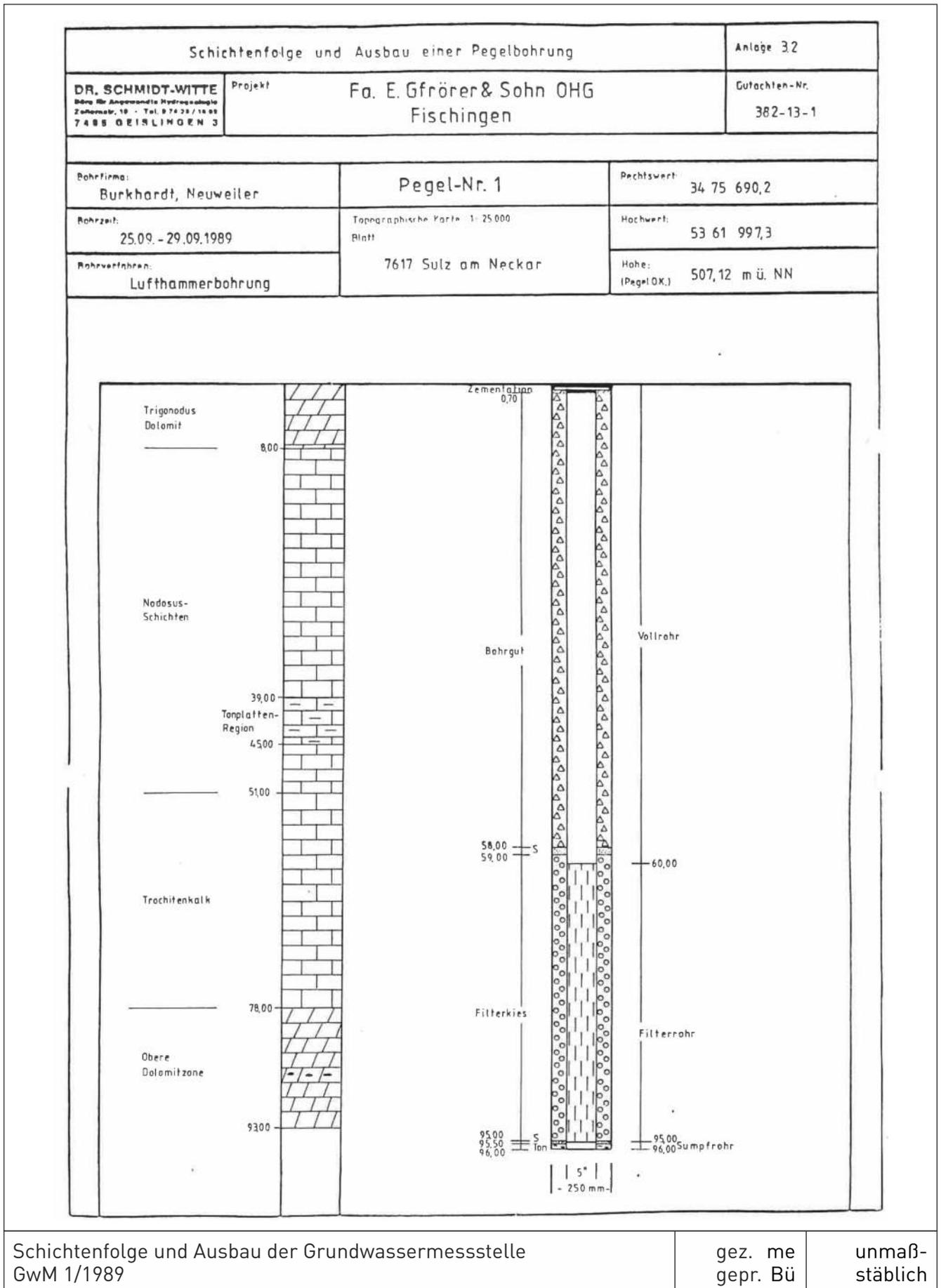
Wasserschutzgebietszone

Wasserschutzgebietszone

- Zone I und II bzw. II A
- Zone II B liegt nicht vor
- Zone III und III A
- Zone III B



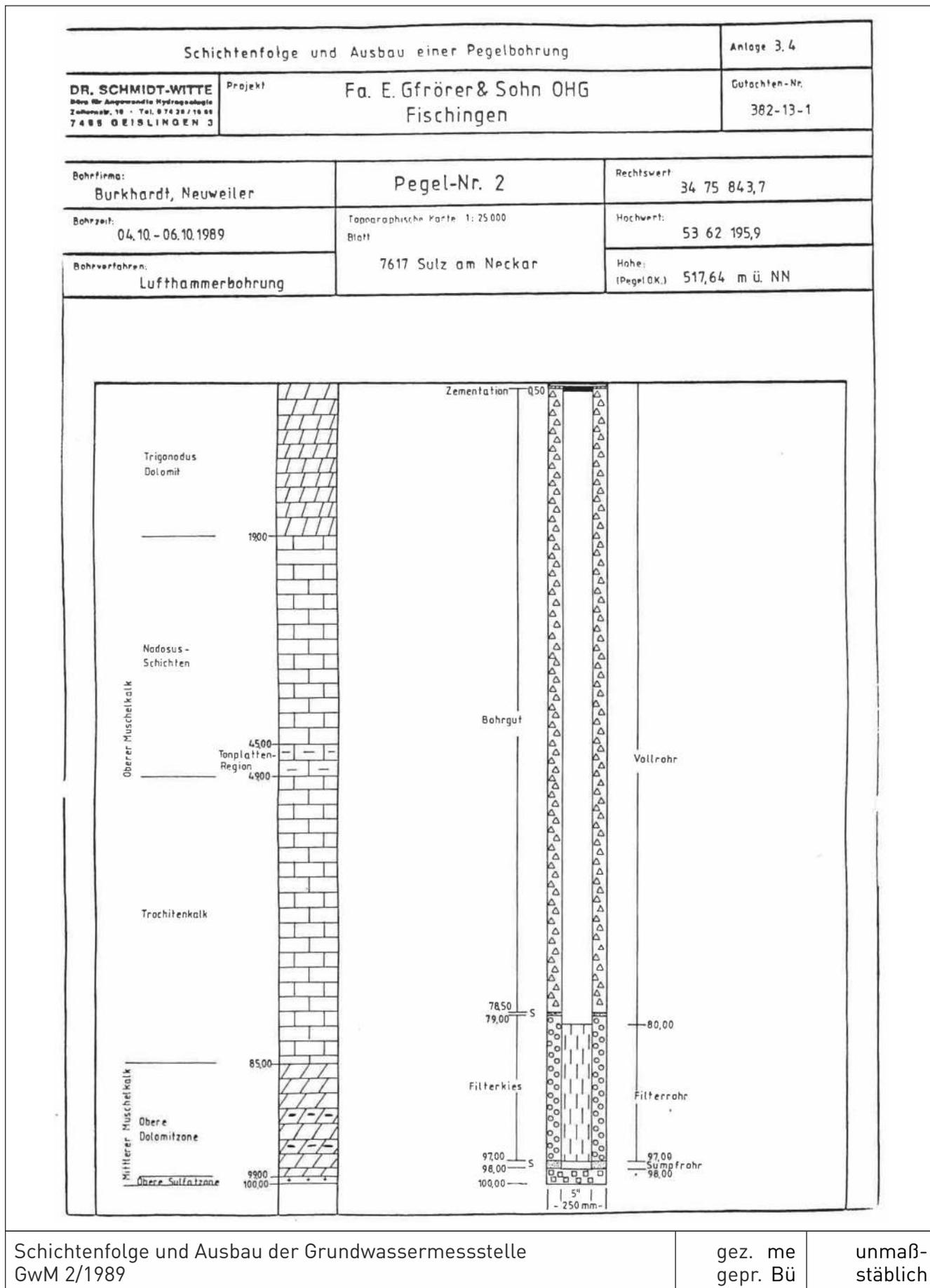
Grundlage:
 - Räumliches Informations- und Planungssystem (RIPS) der LUBW
 - Amtliche Geobasisdaten © LGL (www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9-1/19)
 und © BKG (www.bkg.bund.de)



Schichtenfolge und Ausbau der Grundwassermessstelle GwM 1/1989

gez. me
gepr. Bü

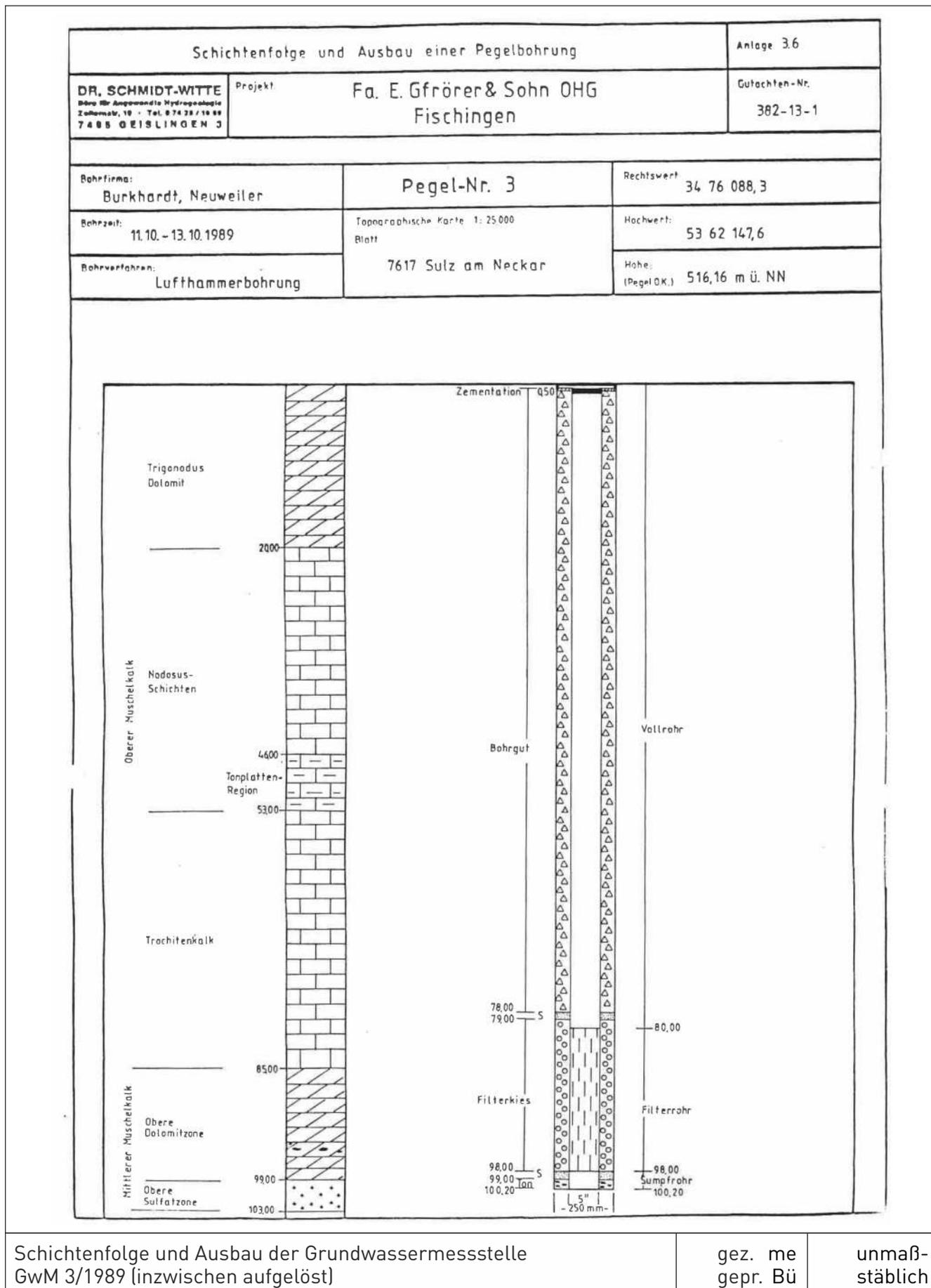
unmaß-
stäblich



Schichtenfolge und Ausbau der Grundwassermessstelle GwM 2/1989

gez. me
gepr. Bü

unmaß-
stäblich

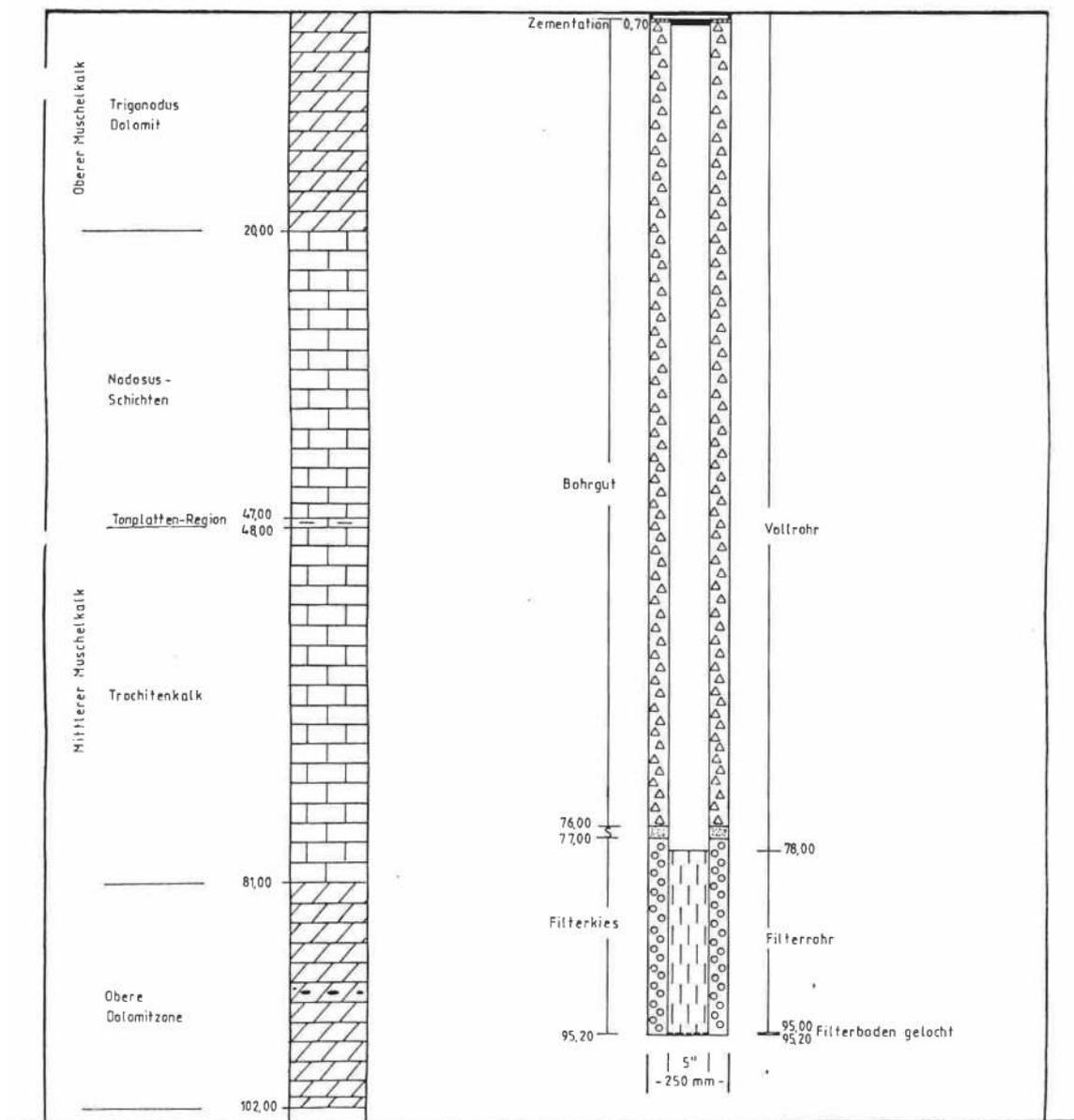


Schichtenfolge und Ausbau der Grundwassermessstelle GwM 3/1989 (inzwischen aufgelöst)

gez. me
gepr. Bü

unmaß-
stäblich

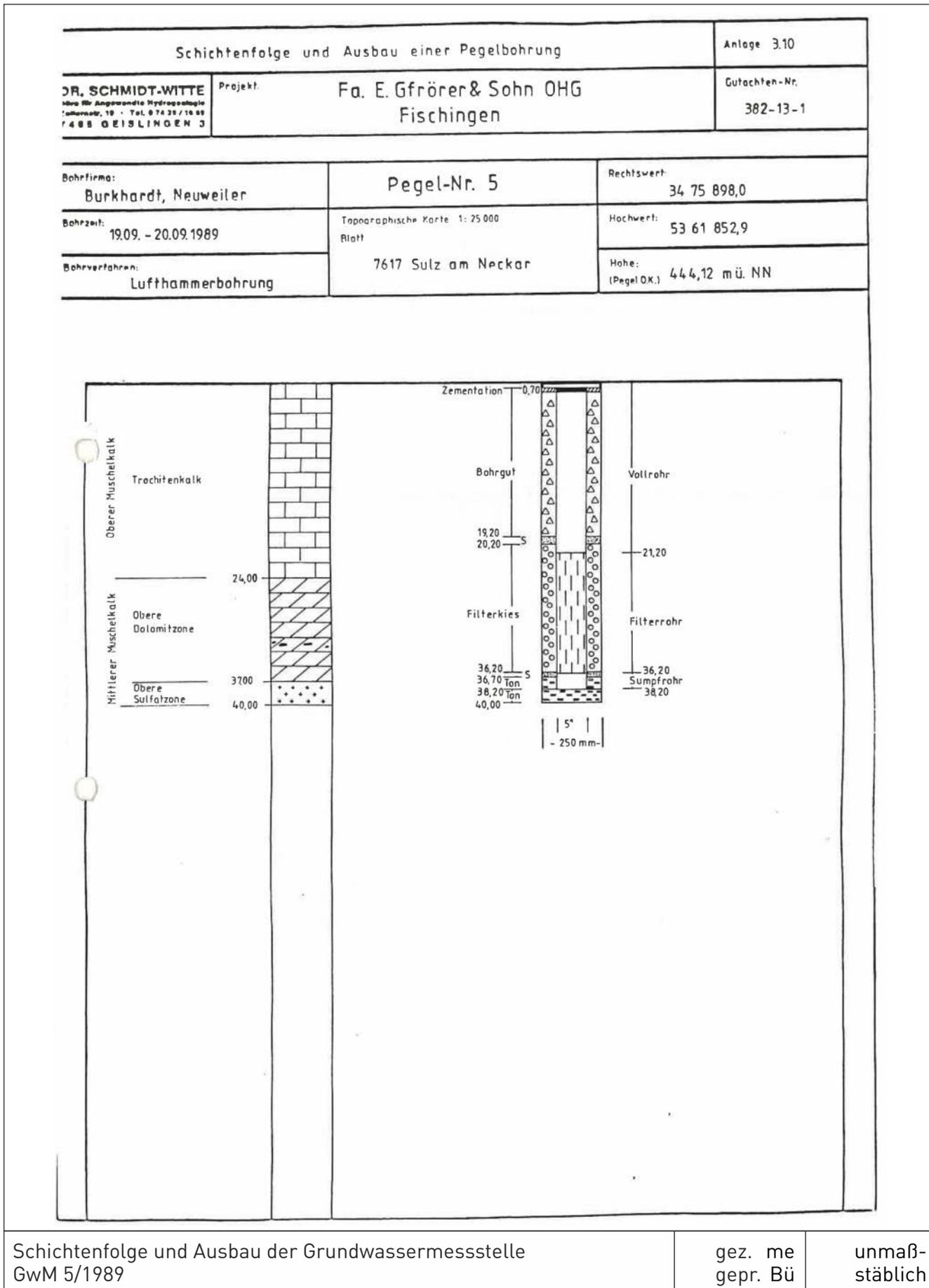
Schichtenfolge und Ausbau einer Pegelbohrung		Anlage 3.8
R. SCHMIDT-WITTE Ing. für Angewandte Hydrogeologie Altmühlstr. 19 · Tel. 0 74 28 / 16 89 488 DEISLINGEN 3	Projekt Fa. E. Gfrörer & Sohn OHG Fischingen	Gutachten-Nr. 382-13-1
Bohrfirma: Burkhardt, Neuweiler	Pegel-Nr. 4	Rechtswert 34 76 270,4
Bohrzeit: 23.10. - 27.10.1989	Topographische Karte 1: 25 000 Blatt 7617 Sulz am Neckar	Hochwert: 53 62 117,6
Bohrverfahren: Lufthammerbohrung		Höhe: (Pegel OK.) 511,86 m ü. NN



Schichtenfolge und Ausbau der Grundwassermessstelle GwM 4/1989 (inzwischen aufgelöst)

gez. me
gepr. Bü

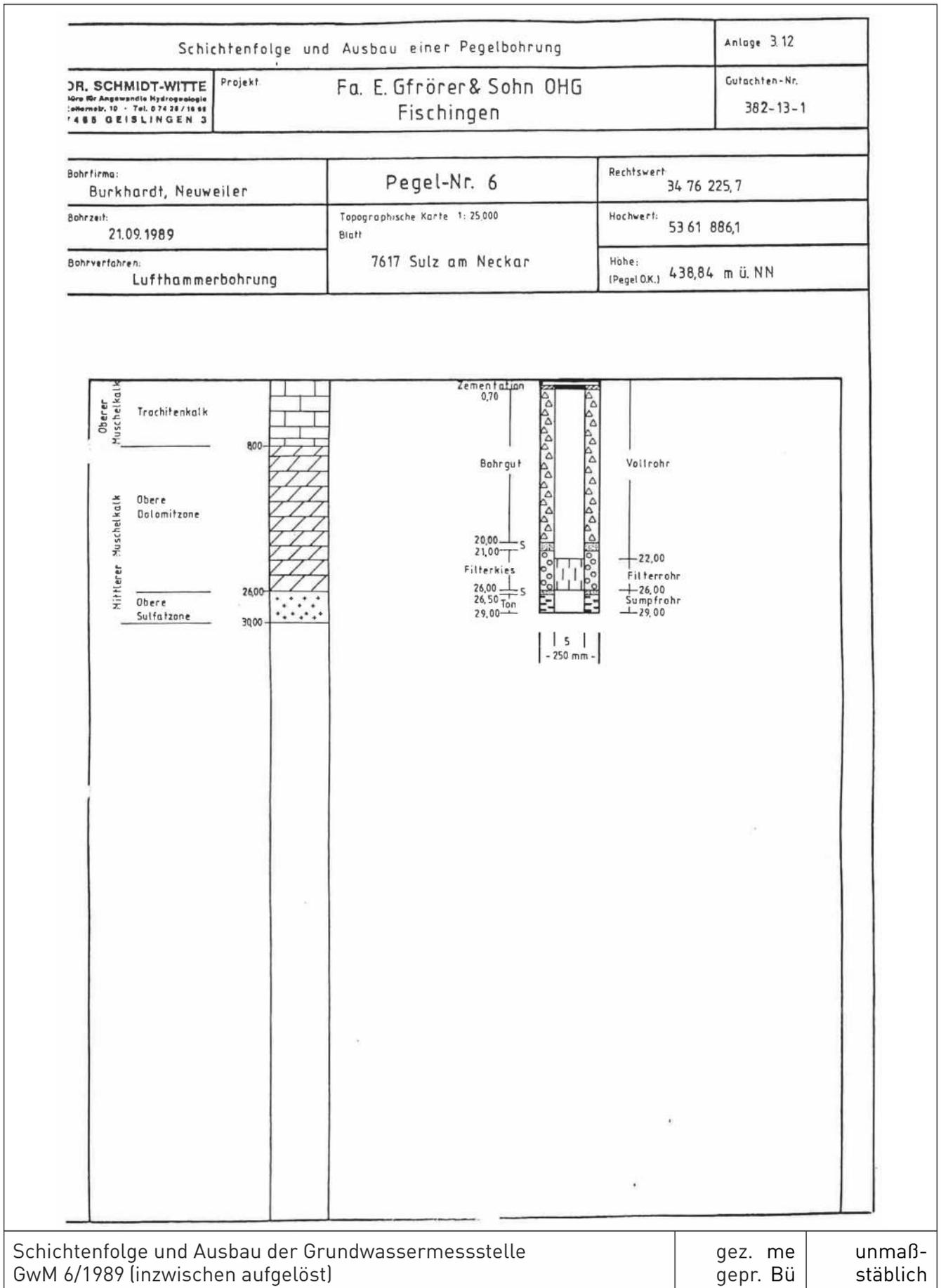
unmaß-
stäblich



Schichtenfolge und Ausbau der Grundwassermessstelle GwM 5/1989

gez. me
gepr. Bü

unmaß-
stäblich



Schichtenfolge und Ausbau der Grundwassermessstelle GwM 6/1989 (inzwischen aufgelöst)

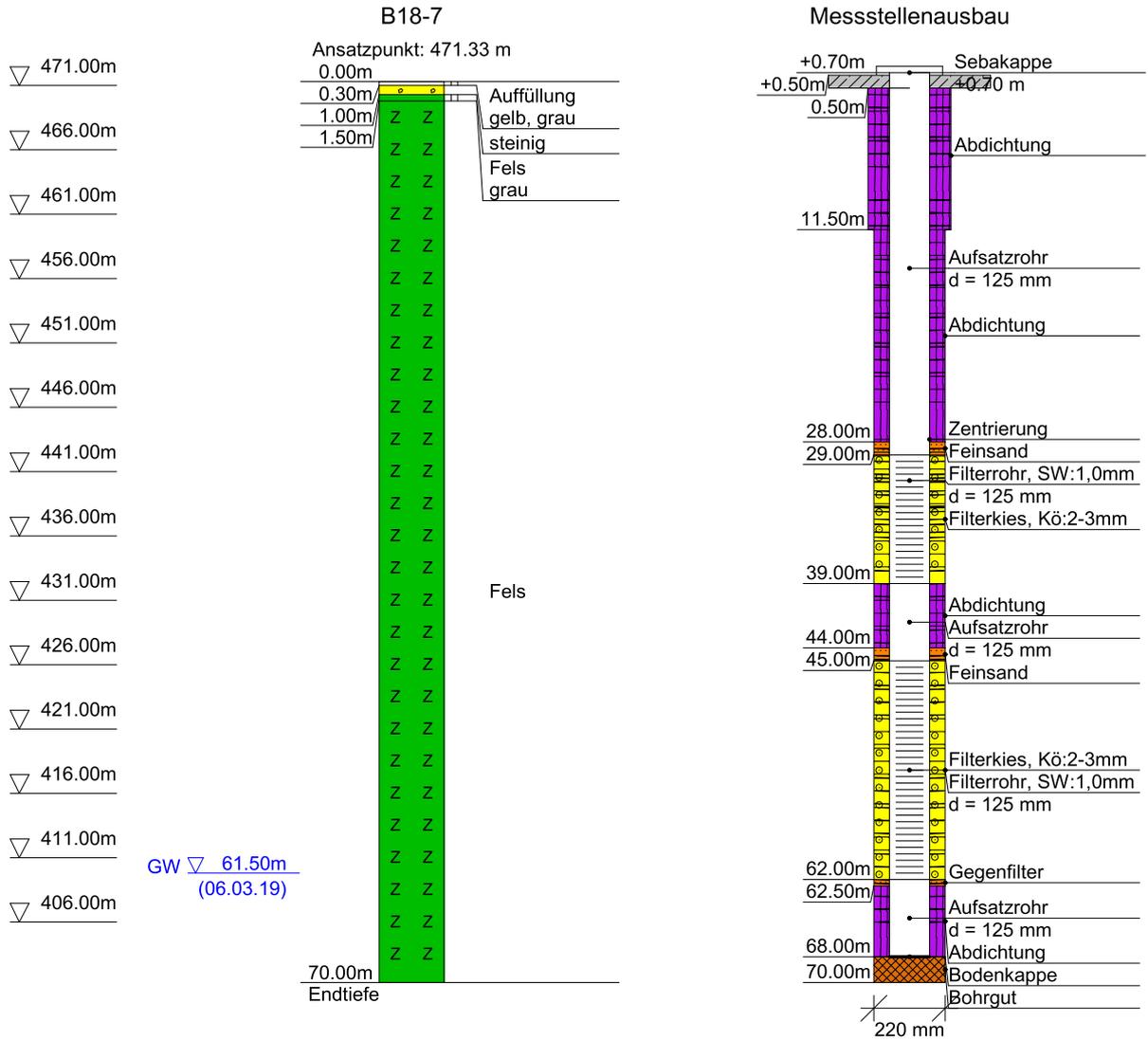
gez. me
gepr. Bü

unmaß-
stäblich

BauGrund Süd

Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH
 Maybachstraße 5
 88410 Bad Wurzach

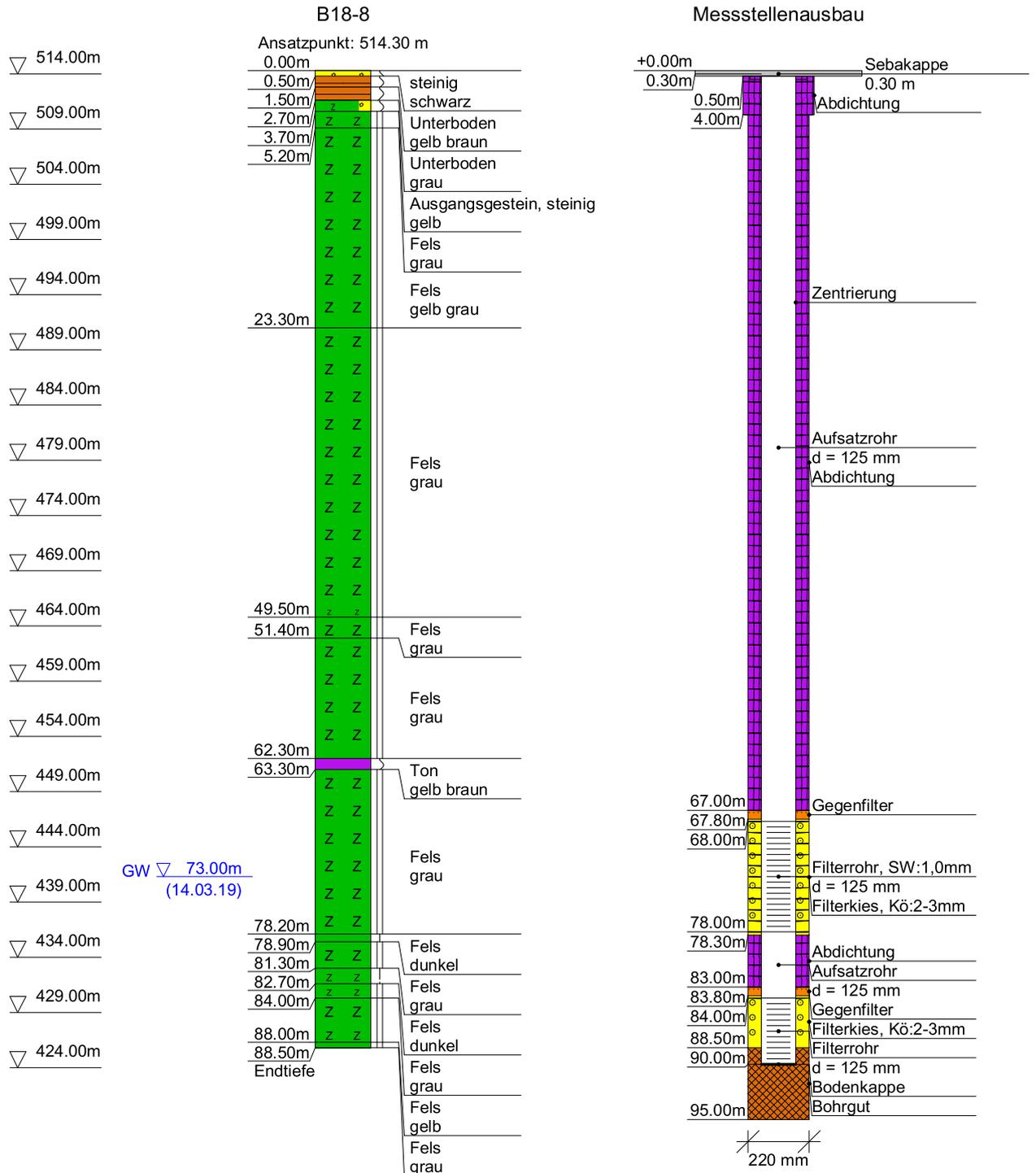
Projekt:	E.Gfrörer&Sohn Schotterwerk GmbH, 72172 Sulz
Projektnr.:	AZA1809038
Anlage:	2.1
Maßstab:	1: 500 / 1: 20



BauGrund Süd

Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH
 Maybachstraße 5
 88410 Bad Wurzach

Projekt:	E.Gfrörer&Sohn Schotterwerk GmbH, 72172 Sulz
Projektnr.:	AZA1809038
Anlage:	2.1
Maßstab:	1: 500 / 1: 20



Schichtenfolge und Ausbau der Grundwassermessstelle
 GwM 8/2019

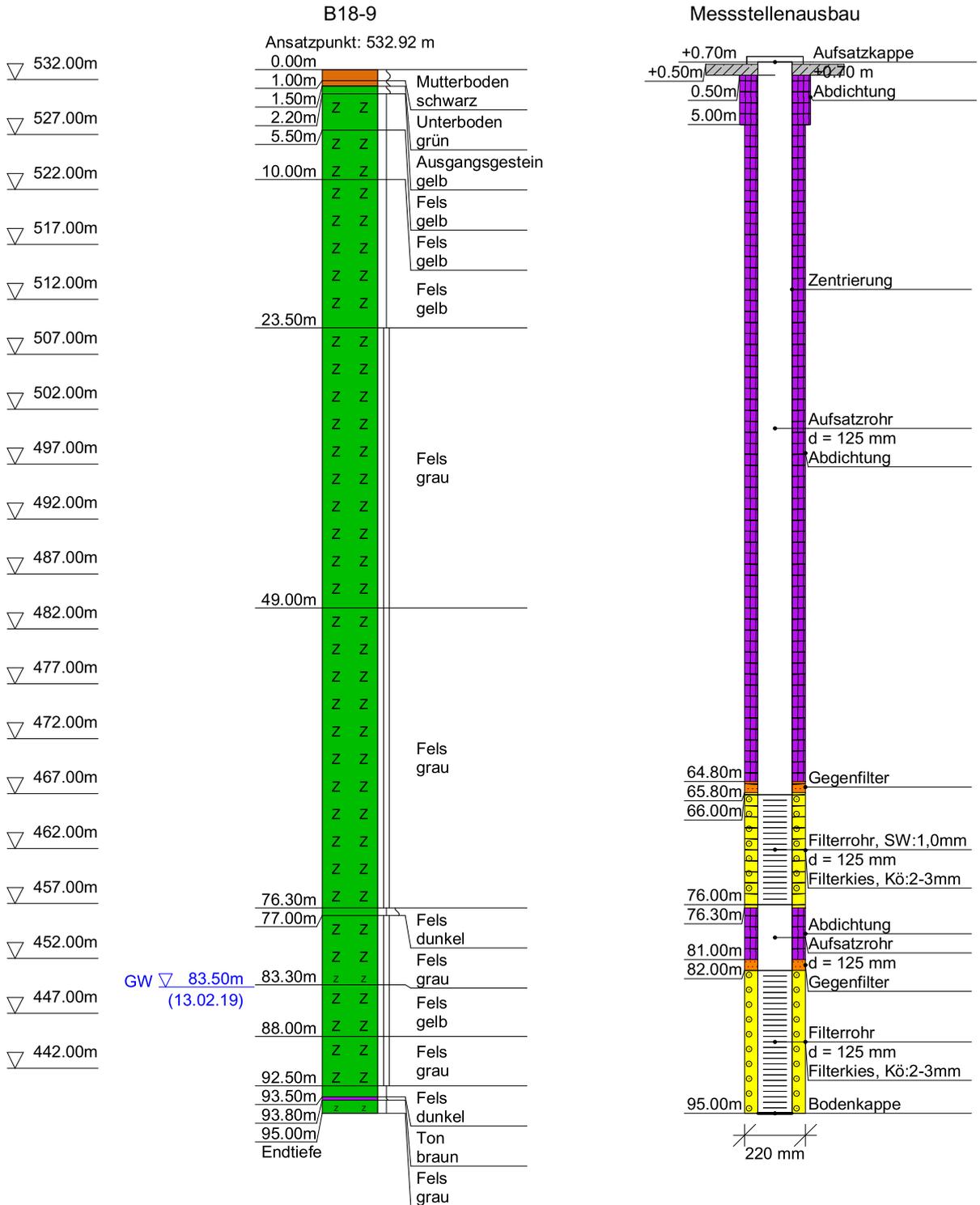
gez. me
 gepr. Bü

unmaß-
 stäblich

BauGrund Süd

Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH
 Maybachstraße 5
 88410 Bad Wurzach

Projekt:	E.Gfrörer&Sohn Schotterwerk GmbH, 72172 Sulz
Projektnr.:	AZA1809038
Anlage:	2.1
Maßstab:	1: 500 / 1: 20



Schichtenfolge und Ausbau der Grundwassermessstelle
 GwM 9/2019

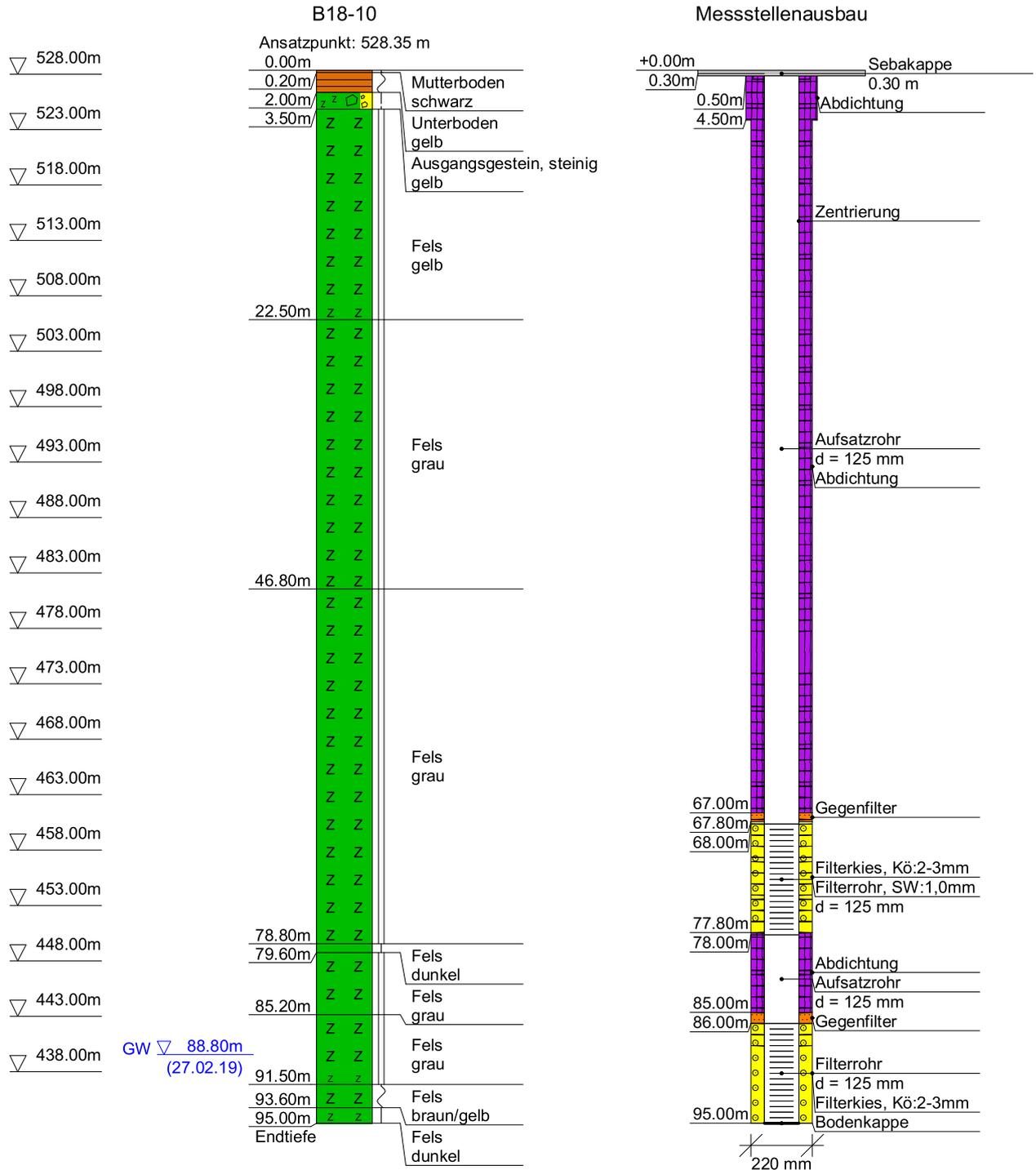
gez. me
 gepr. BÜ

unmaß-
 stäblich

BauGrund Süd

Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH
 Maybachstraße 5
 88410 Bad Wurzach

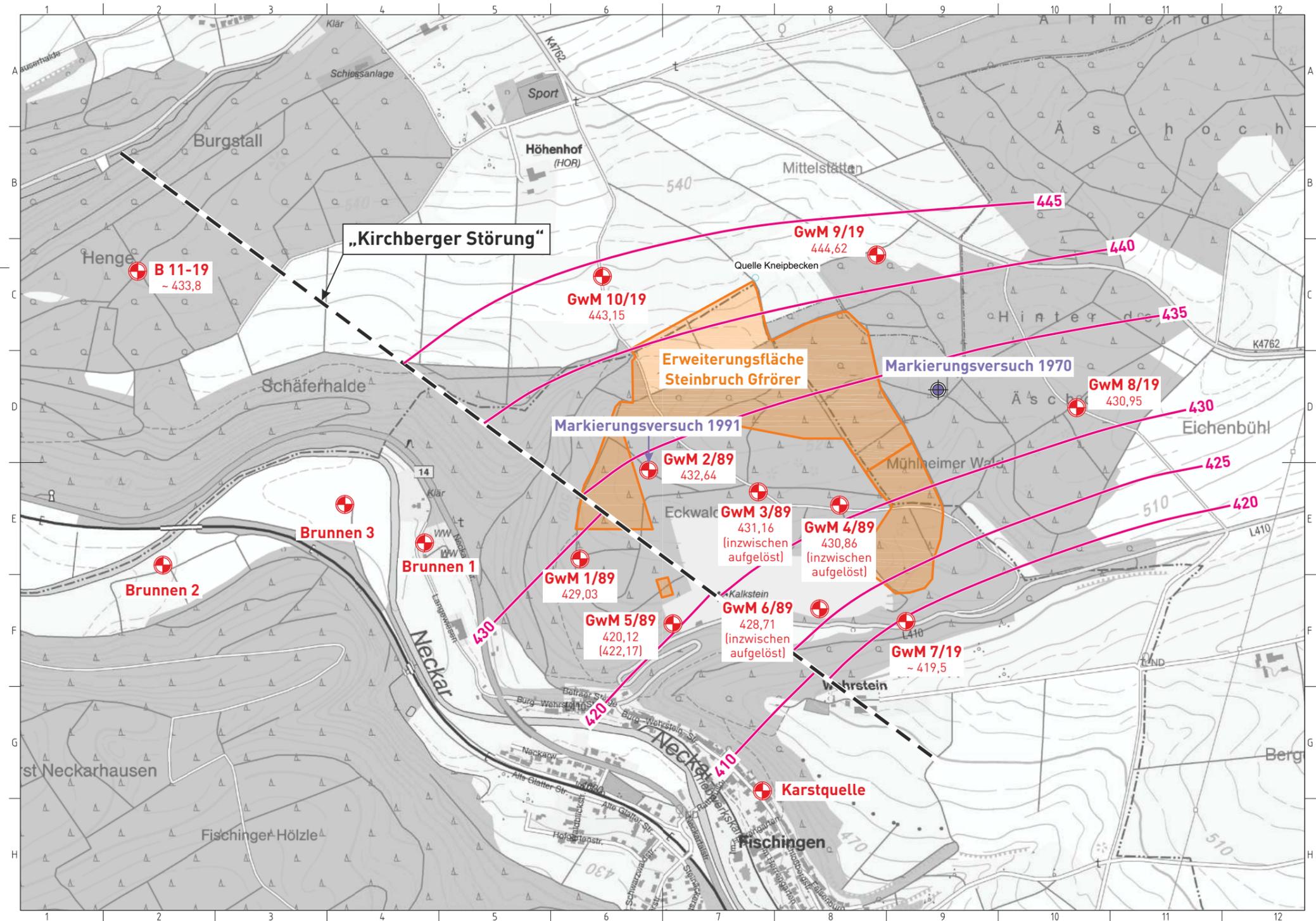
Projekt:	E.Gfrörer&Sohn Schotterwerk GmbH, 72172 Sulz
Projektnr.:	AZA1809038
Anlage:	2.1
Maßstab:	1: 500 / 1: 20



Schichtenfolge und Ausbau der Grundwassermessstelle
 GwM 10/2019

gez. me
 gepr. Bü

unmaß-
 stäblich

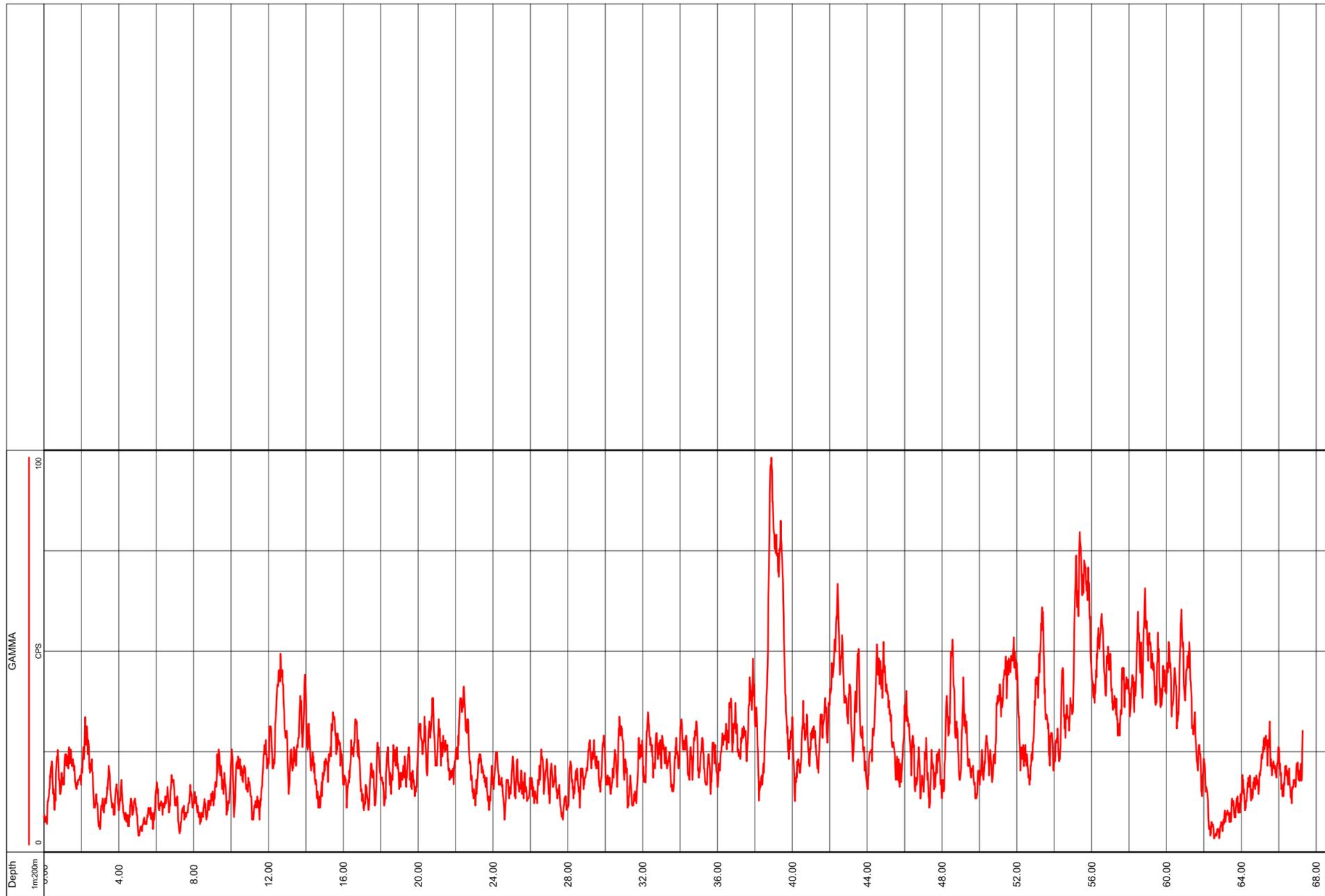


Schichtlagerungskarte der Schichtgrenze
 Oberer / Mittlerer Muschelkalk

gez. AJ/me	Maßstab 1:10 000
gepr. Bü	

Bohrungskennung: B18 - 7
 Ort: Sulz - Fischingen
 Auftraggeber: E. Gfrörer & Sohn Schottenwerk GmbH & Co. KG
 Auftragsnehmer: terratec Geophysical Services GmbH & Co. KG
 Projekt: Bohrtuchmessungen im Schottenwerk Sulz - Fischingen
 Messdurchführung: terratec; M. Gracia
 Messungen: Optischer Bohrtuchscan, GR
 Tiefenbezug: Geländeoberkante
 Tiefe: gebohrt: 70,0 m; gemessen: 68,71 m
 Ausbau: -1,0 - 11,00 m: Stahl Vollohr 255 mm
 11,00 - ET: offenes Bohrfloch, 220 mm
 Überstand: -1,0 m
 Pumpdaten: RWS: ca. 61,50 m
 Pumpdaten:#1 -
 Pumpdaten:#2 -
 Bemerkung:
 Tiefenskala: siehe depth_scale

RWS: Ruhewasserspiegel
 PWS: Pumpwasserspiegel
 Pr.Nr.: 766 - 2019
 Anlage - Nr.: -
 Rev.-Nr.: 01



Gamma-Log-Messungen der terratec Geophysical Services
GwM 7/2019 (Bohrungs-Nr. terratec: B18-7) vom 06.03.19

gez. me
gepr. BÜ

unmaß-
stäblich

Die aus den Messungen abgeleiteten Darstellungen erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen. Terratec übernimmt keine Garantie für die Richtigkeit oder Genauigkeit der Interpretation. Da empirische Fakten und Modellvorstellungen in die Interpretation einfließen, sind die Interpretationsergebnisse und Schlussfolgerungen nicht uneinsehbar und können von den Ergebnissen der Auswertung durch Dritte abweichen. Eine Haftung für Schäden, Verluste oder andere Kosten ist ausgeschlossen, die durch Interpretationen eines terratec-Mitarbeiters entstehen, es sei denn, ihm ist Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit nachzuweisen.



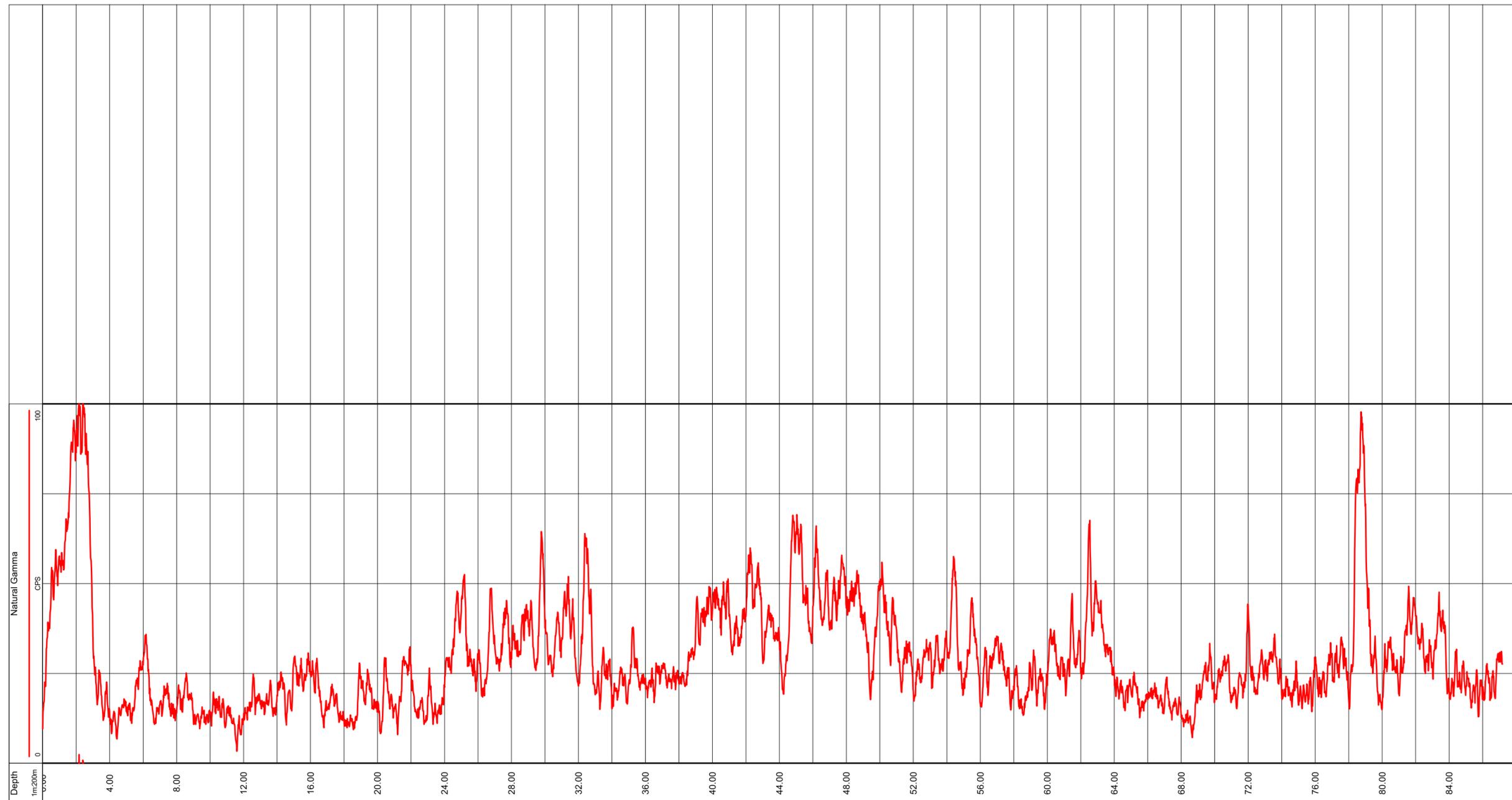
www.terratec-geoservices.com

Datum: 13.Mrz.2019

RWS: Ruhewasserspiegel
PWS: Pumpwasserspiegel
Pr.Nr.: 766 - 2019
Anlage - Nr.: -
Rev.-Nr.: 01

Bohrungskennung: B18 - 8

Ort: Sulz - Fischingen
Auftraggeber: E. Gfrörer & Sohn Schottenwerk GmbH & Co. KG
Auftragsnehmer: terratec Geophysical Services GmbH & Co. KG
Projekt: Bohrlochmessungen im Schotterwerk Sulz - Fischingen
Messdurchführung: terratec: M. Gracia
Messungen: Optischer Bohrchscan, GR
Tiefenbezug: Geländeoberkante
Tiefe: gebohrt: 88,0 m; gemessen: 88,58 m
Ausbau: -1,3 - 3,30 m: Stahl Vollohr
3,30 - ET: offenes Bohrloch, 146 mm
Überstand: -1,3 m
Pumpdaten: RWS: 73,43 m fallend
Pumpdaten:#1 -
Pumpdaten:#2 -
Bemerkung: -
Tiefenskala: siehe depth scale



Die aus den Messungen abgeleiteten Darstellungen erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen. Terratec übernimmt keine Garantie für die Richtigkeit oder Genauigkeit der Interpretation. Da empirische Fakten und Modellvorstellungen in die Interpretation einfließen, sind die Interpretationsergebnisse und Schlussfolgerungen nicht uneinsehbar und können von den Ergebnissen der Auswertung durch Dritte abweichen. Eine Haftung für Schäden, Verluste oder andere Kosten ist ausgeschlossen, die durch Interpretationen eines Terratec-Mitarbeiters entstehen, es sei denn, ihm ist Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit nachzuweisen.



Datum: 07 Feb 2019

RWS: Ruhewasserspiegel
PWS: Pumpwasserspiegel
Pr.Nr.: 766 - 2019
Anlage - Nr.: -
Rev.-Nr.: 01

Bohrungskennung: B18 - 9

Ort: Sulz - Fischingen
Auftraggeber: E. Gfrörer & Sohn Schotterwerk GmbH & Co. KG
Auftragsnehmer: terratec Geophysical Services GmbH & Co. KG
Projekt: Bohrmessungen im Schotterwerk Sulz - Fischingen
Messdurchführung: terratec; Mühlbach
Messungen: Optischer Bohrschscan, GR
Tiefenbezug: Geländeoberkante
Tiefe: gebohrt: 95,0 m; gemessen: 93,76
Ausbau: -1,0 - 4,45 m: Stahl Vollohr
4,45 - ET: offenes Bohrloch, 146 mm

Überstand: -1,0 m

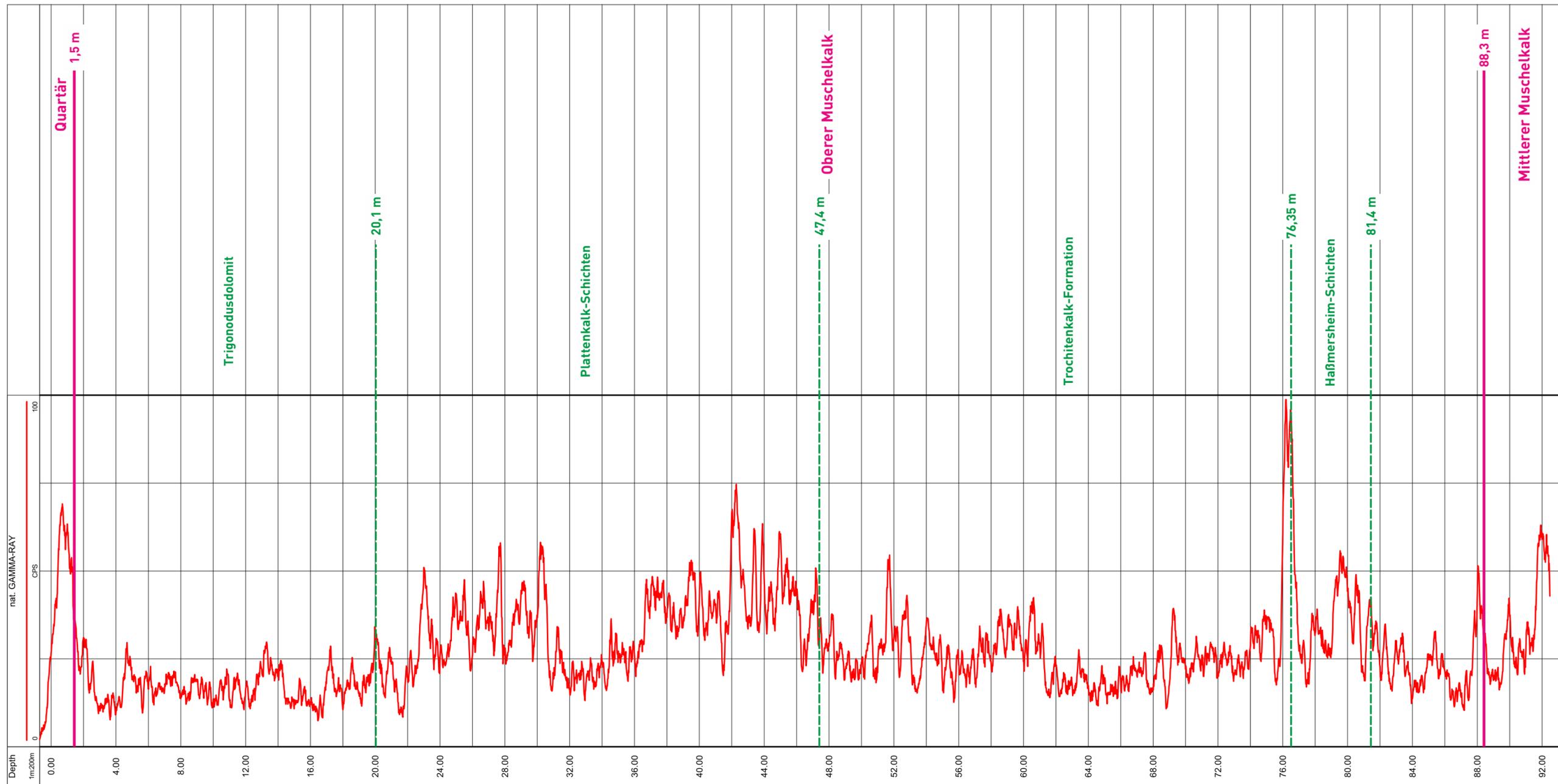
Pumpdaten: RWS: 83,40 m

Pumpdaten:#1

Pumpdaten:#2

Bemerkung:

Tiefenskala: siehe depth scale



* mit stratigraphischer Gliederung der Schichtenfolge durch das LGRB

Gamma-Log-Messungen der terratec Geophysical Services
GwM 9/2019 * (Bohrungs-Nr. terratec: B18-9) vom 07.02.19

gez. me
gepr. Bü

unmaß-
stäblich

Die aus den Messungen abgeleiteten Darstellungen erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen. Terratec übernimmt keine Garantie für die Richtigkeit oder Genauigkeit der Interpretation. Da empirische Fakten und Modellvorstellungen in die Interpretation einfließen, sind die Interpretationsergebnisse und Schlussfolgerungen nicht uneinzigartig und können von den Ergebnissen der Auswertung durch Dritte abweichen. Eine Haftung für Schäden, Verluste oder andere Kosten ist ausgeschlossen, die durch Interpretationen eines Terratec-Mitarbeiters entstehen, es sei denn, ihm ist Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit nachzuweisen.

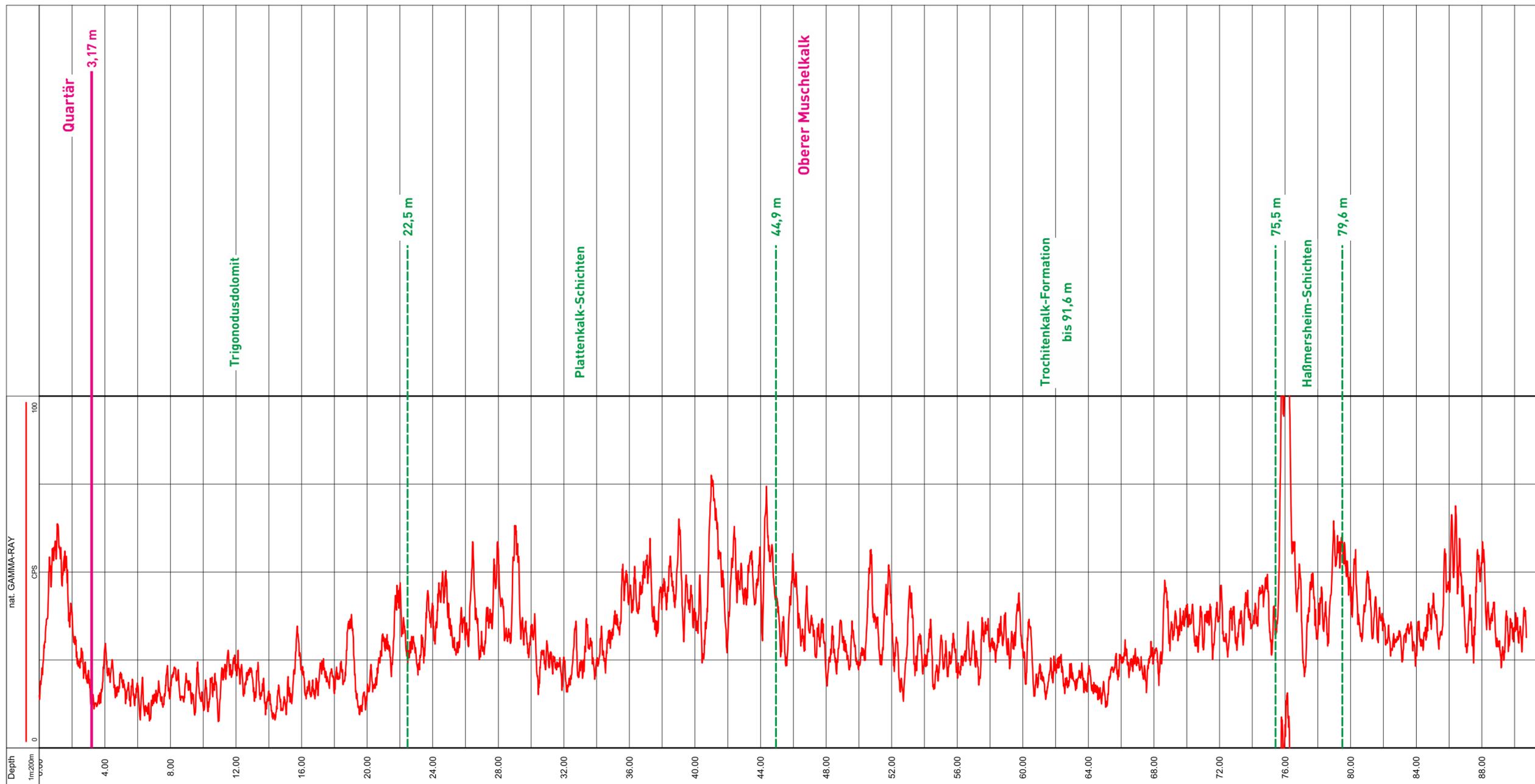


Bohrungskennung: B18 - 10

Ort: Sulz - Fischingen
 Auftraggeber: E. Gfrörer & Sohn Schotterwerk GmbH & Co. KG
 Auftragsnehmer: terratec Geophysical Services GmbH & Co. KG
 Projekt: Bohrmessungen im Schotterwerk Sulz - Fischingen
 Messdurchführung: terratec; Mühlebach
 Messungen: Optischer Bohrlöschscan, GR
 Tiefenbezug: Geländeoberkante
 Tiefe: gebohrt: 95,0 m; gemessen: 90,68 m
 Ausbau: -1,0 - 3,70 m; Stahl Vollohr
 3,70 - ET: offenes Bohrloch, 146 mm
 Überstand: -1,0 m
 Pumpdaten: RWS: 88,80 m
 Pumpdaten:#1
 Pumpdaten:#2
 Bemerkung: ET nicht erreicht, Sonde fährt in Sediment, verliert Gewicht
 Tiefenskala: siehe depth scale

Datum: 26. Feb 2019

RWS: Ruhewasserspiegel
 PWS: Pumpwasserspiegel
 Pr.Nr.: 766 - 2019
 Anlage - Nr.: -
 Rev.-Nr.: 01



* mit stratigraphischer Gliederung der Schichtenfolge durch das LGRB

Gamma-Log-Messungen der terratec Geophysical Services
 GwM 10/2019 * (Bohrungs-Nr. terratec: B18-10) vom 26.02.19

gez. me
 gepr. Bü

unmaß-
 stäblich

Die aus den Messungen abgeleiteten Darstellungen erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen. Terratec übernimmt keine Garantie für die Richtigkeit oder Genauigkeit der Interpretation. Da empirische Fakten und Modellvorstellungen in die Interpretation einfließen, sind die Interpretationsergebnisse und Schlussfolgerungen nicht uneinzigartig und können von den Ergebnissen der Auswertung durch Dritte abweichen. Eine Haftung für Schäden, Verluste oder andere Kosten ist ausgeschlossen, die durch Interpretationen eines terratec-Mitarbeiters entstehen, es sei denn, ihm ist Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit nachzuweisen.



Bohrungskennung: B18 - 11

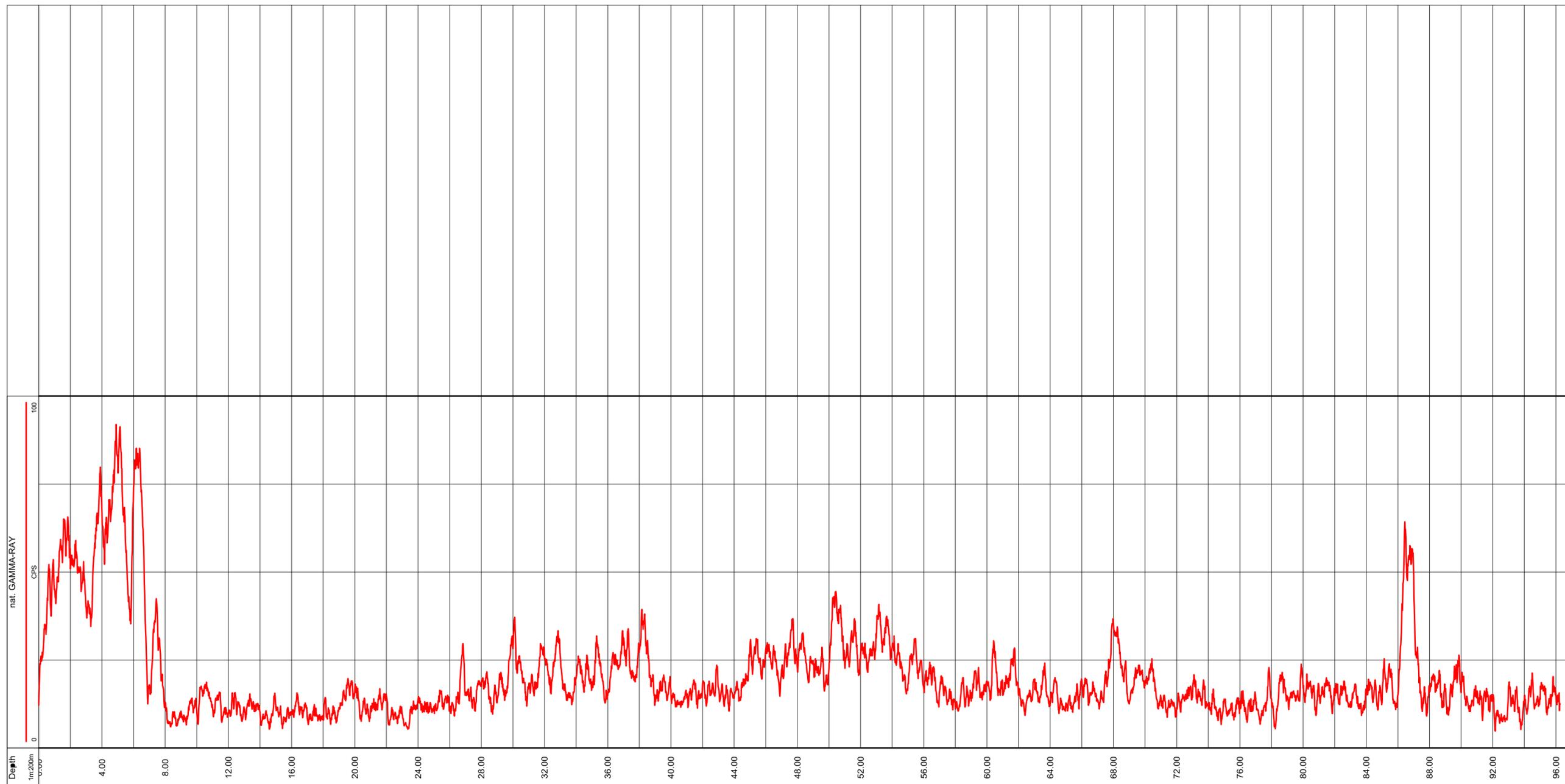
Ort: Sulz - Fischingen
 Auftraggeber: E. Gfrörer & Sohn Schotterwerk GmbH & Co. KG
 Auftragsnehmer: terratec Geophysical Services GmbH & Co. KG
 Projekt: Bohrlochmessungen im Schotterwerk Sulz - Fischingen
 Messdurchführung: terratec; Mühlebach
 Messungen: Optischer Bohrchscan, GR
 Tiefenbezug: Geländeoberkante
 Tiefe: gebohrt: 99,0 m; gemessen: 96,20 m (GR)
 Ausbau: -1,0 - 4,60 m; Stahl Vollohr
 4,60 - ET; offenes Bohrloch, 220 mm

Überstand: -1,0 m
 Pumpdaten: RWS: 87,25 m
 Pumpdaten:#1 -
 Pumpdaten:#2 -
 Bemerkung: -

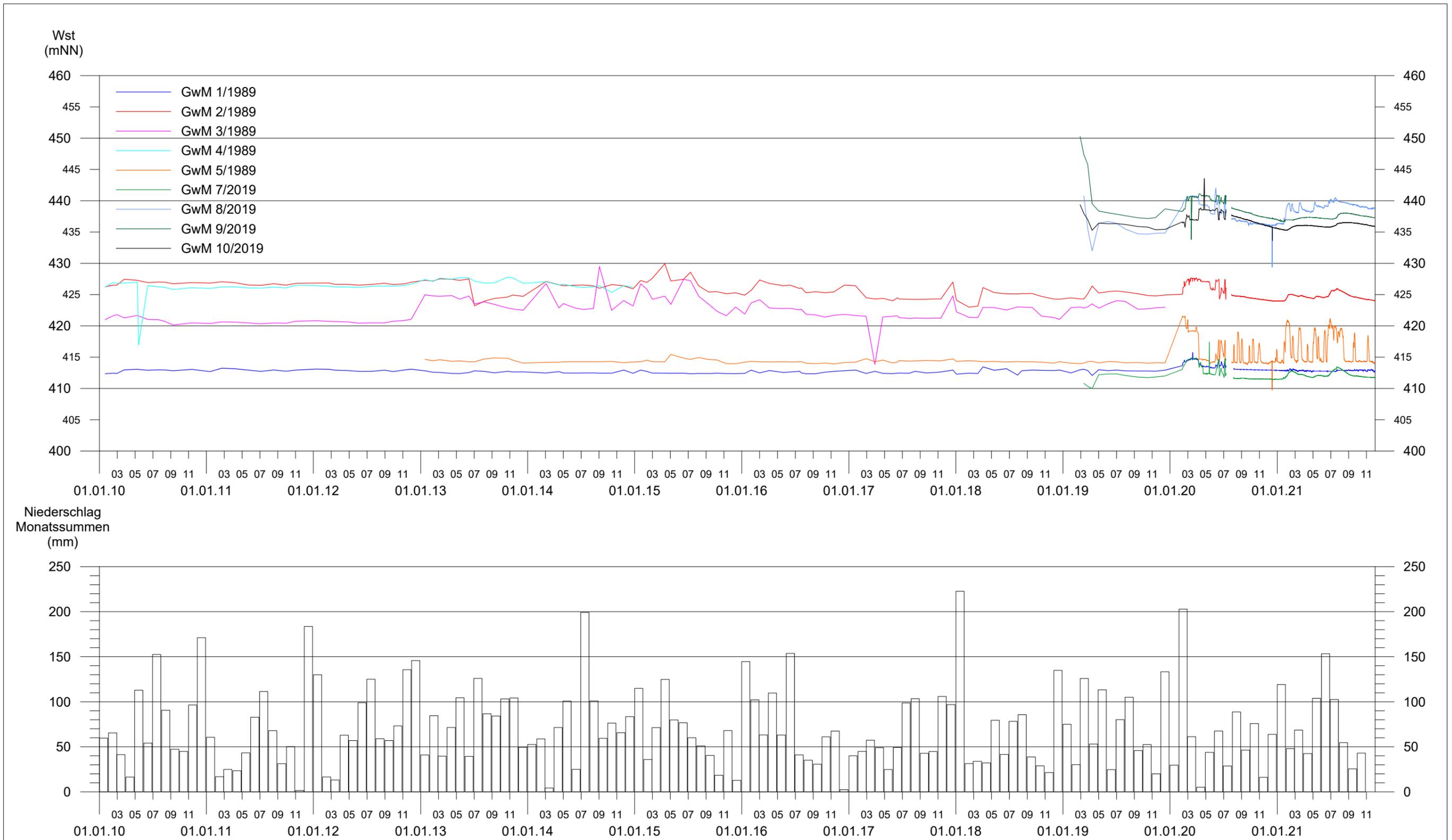
Tiefenskala: siehe depth scale

Datum: 15.Feb.2019

RWS: Ruhewasserspiegel
 PWS: Pumpwasserspiegel
 Pr.Nr.: 766 - 2019
 Anlage - Nr.: -
 Rev.-Nr.: 01



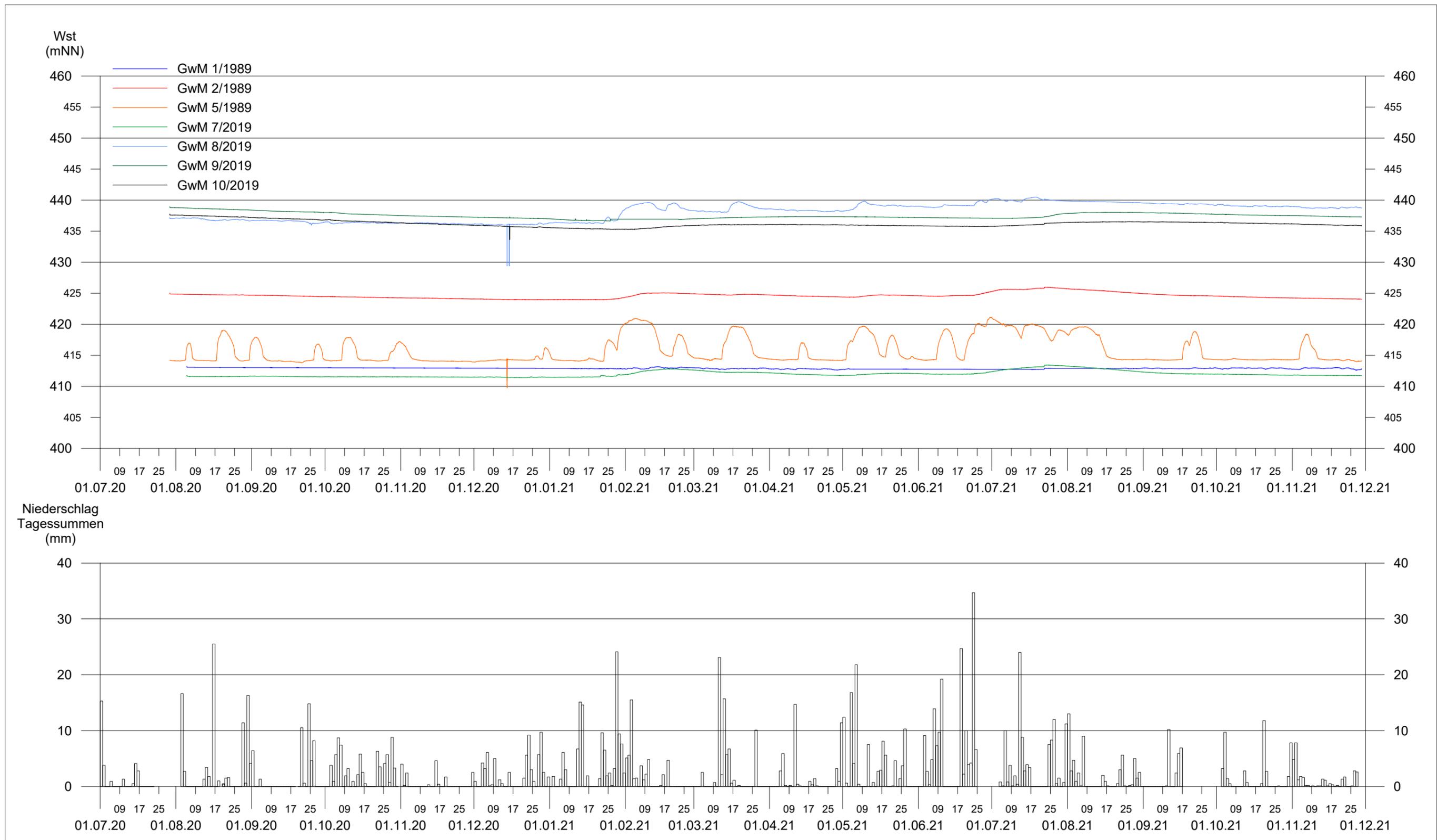
Die aus den Messungen abgeleiteten Darstellungen erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen. Terratec übernimmt keine Garantie für die Richtigkeit oder Genauigkeit der Interpretation.
 Da empirische Fakten und Modellvorstellungen in die Interpretation einfließen, sind die Interpretationsergebnisse und Schlussfolgerungen nicht uneinzigartig und können von den Ergebnissen der Auswertung durch Dritte abweichen.
 Eine Haftung für Schäden, Verluste oder andere Kosten ist ausgeschlossen, die durch Interpretationen eines terratec-Mitarbeiters entstehen, es sei denn, ihm ist Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit nachzuweisen.



G:\s&p\AUFR20\20083\Pumpversuche\20083-GwM_WspmNN_NS_A3-gesamt.grf

Grundwasserganglinien der Grundwassermessstellen und Niederschlag der DWD-Station Horb-Betra vom 20.01.10 bis 29.11.21

gez. ks
gepr. Bü



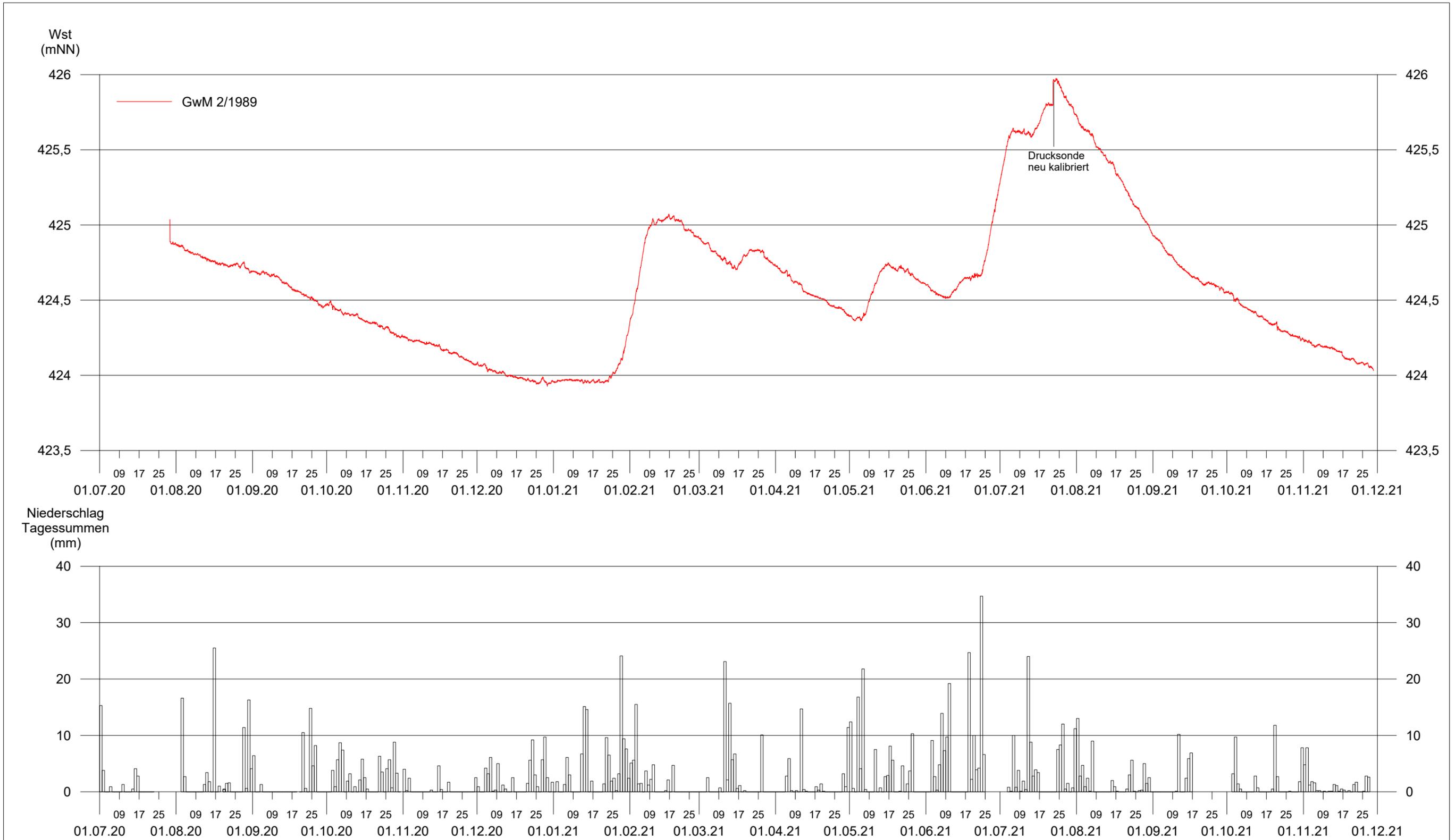
G:\s&p\AUFR20\20083\Pumpversuche\20083-GwM_1_2_5_7_8_9_10_WspmNN_NS_A3-gesamt.grf

Grundwasserganglinien der Grundwassermessstellen und Niederschlag der DWD-Station Horb-Betra vom 29.07.20 bis 29.11.21	gez. ks gepr. Bü
---	---------------------



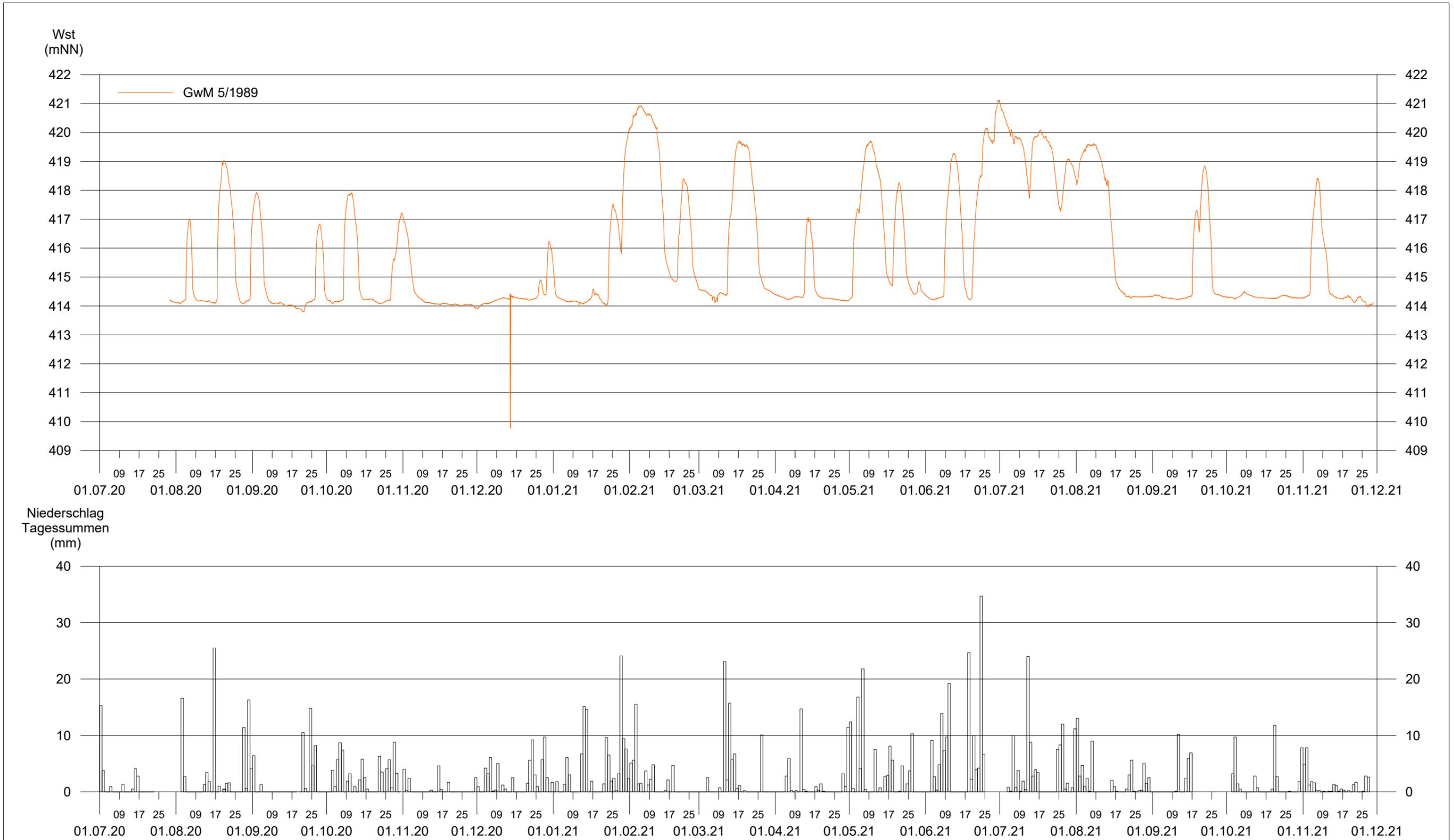
G:\s&p\AUFTR20\20083\Pumpversuche\20083-GwM_1_WspmNN_NS_A3-Logger.grf

Grundwasserganglinie der Grundwassermessstelle GwM 1/1989 und Niederschlag der DWD-Station Horb-Betra vom 29.07.20 bis 29.11.21	gez. ks gepr. Bü
--	---------------------



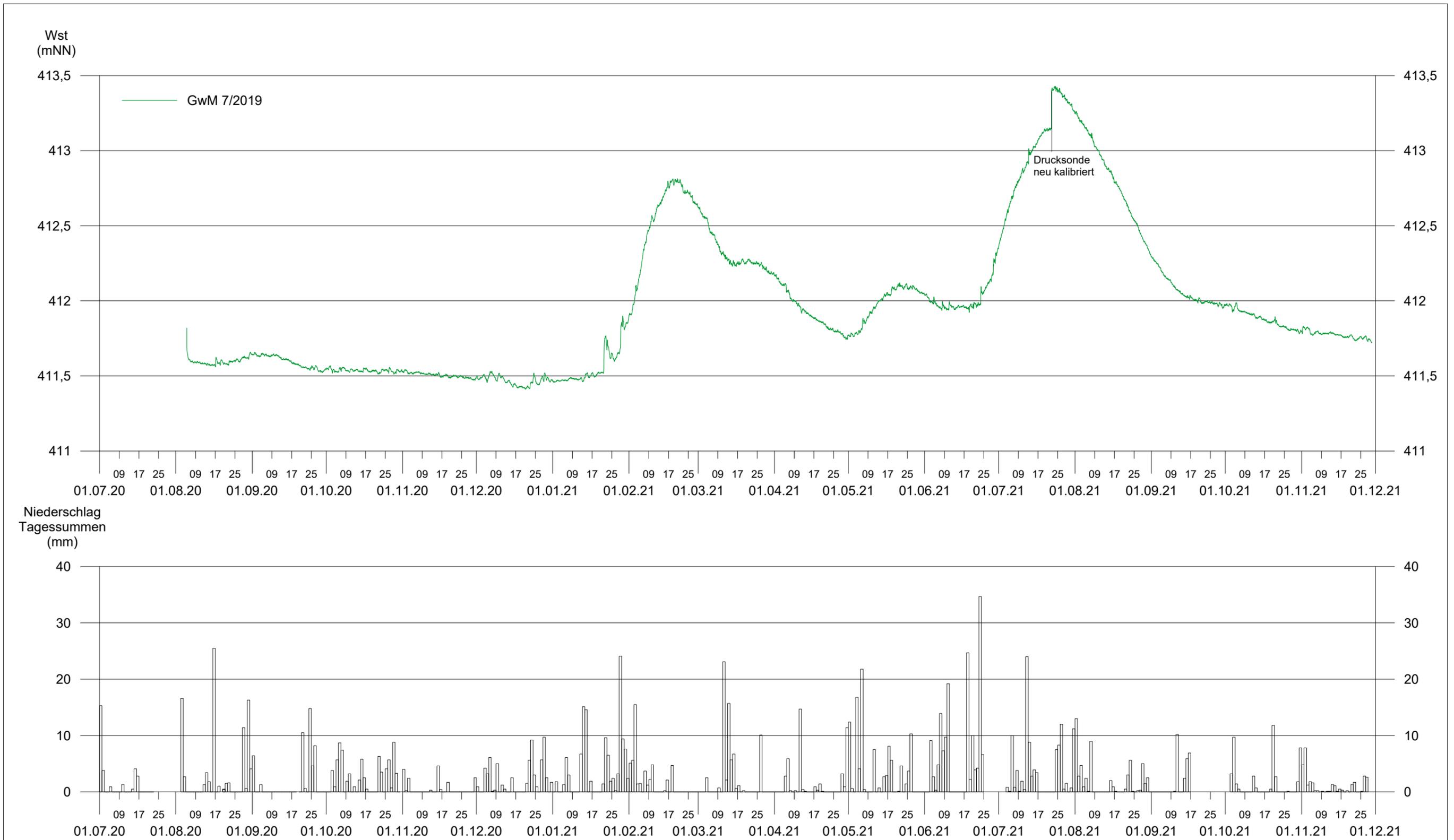
G:\s&p\AUFR20\20083\Pumpversuche\20083-GwM_2_WspmNN_NS_A3-Logger.grf

Grundwasserganglinie der Grundwassermessstelle GwM 2/1989 und Niederschlag der DWD-Station Horb-Betra vom 29.07.20 bis 29.11.21	gez. ks gepr. Bü
--	---------------------



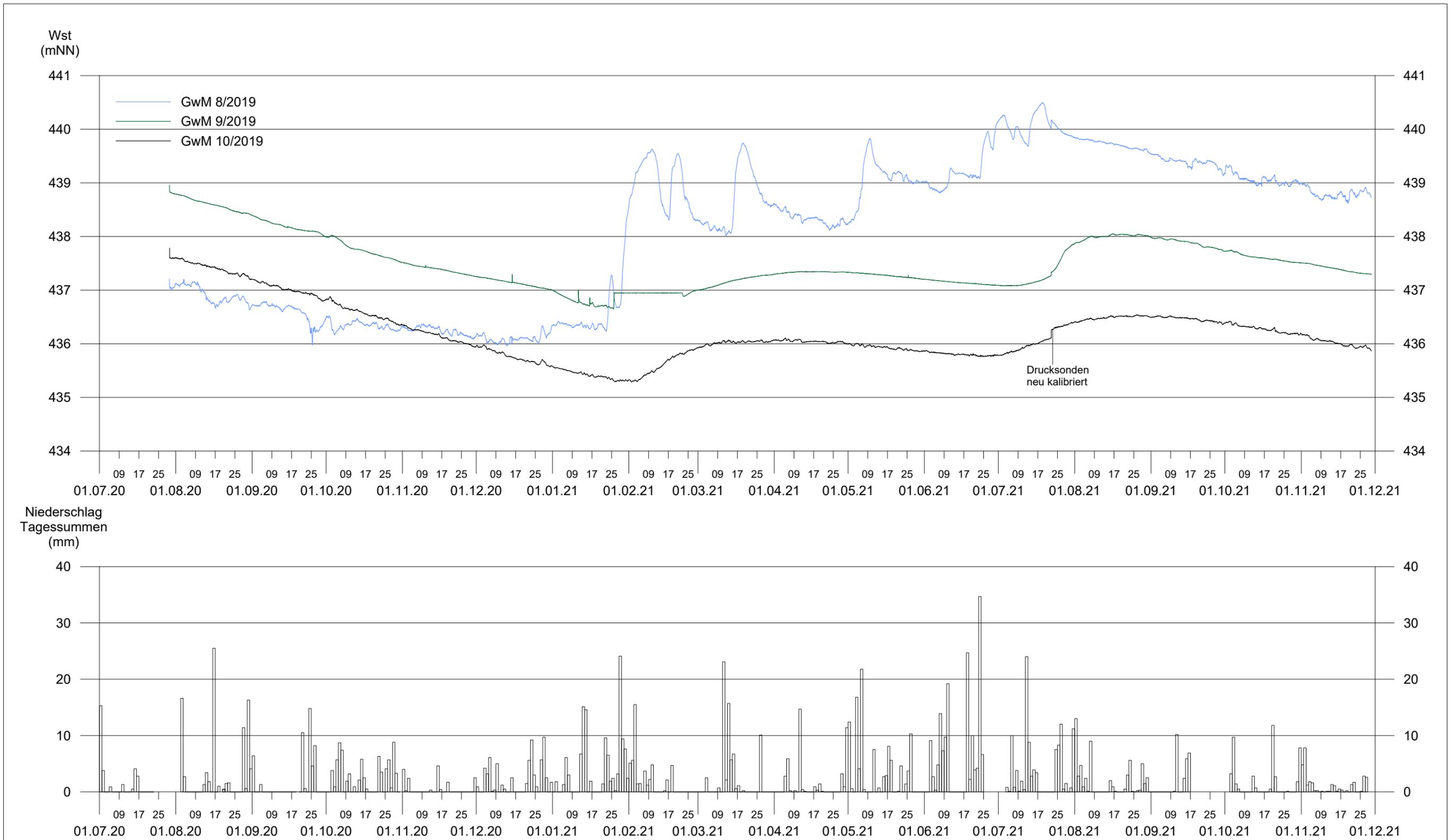
G:\s&p\AUFTR20\20083\Pumpversuche\20083-GwM_5_WspmNN_NS_A3-Logger.grf

Grundwasserganglinie der Grundwassermessstelle GwM 5/1989 und Niederschlag der DWD-Station Horb-Betra vom 29.07.20 bis 29.11.21	gez. ks gepr. Bü
---	---------------------



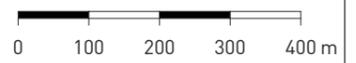
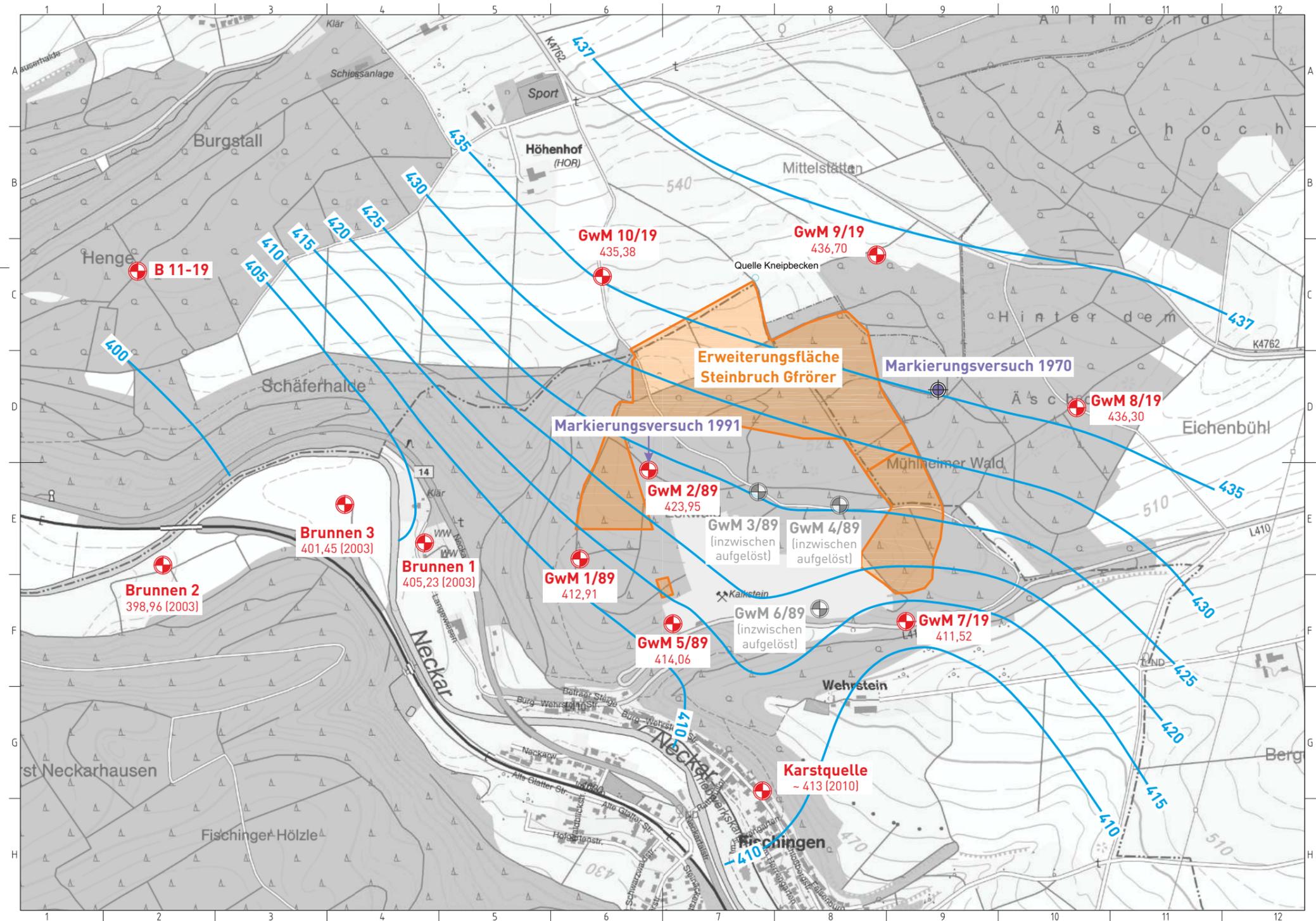
G:\s&p\AUFTR20\20083\Pumpversuche\20083-GwM_7_WspmNN_NS_A3-Logger.grf

Grundwasserganglinie der Grundwassermessstelle GwM 7/2019 und Niederschlag der DWD-Station Horb-Betra vom 29.07.20 bis 29.11.21	gez. ks gepr. Bü
--	---------------------



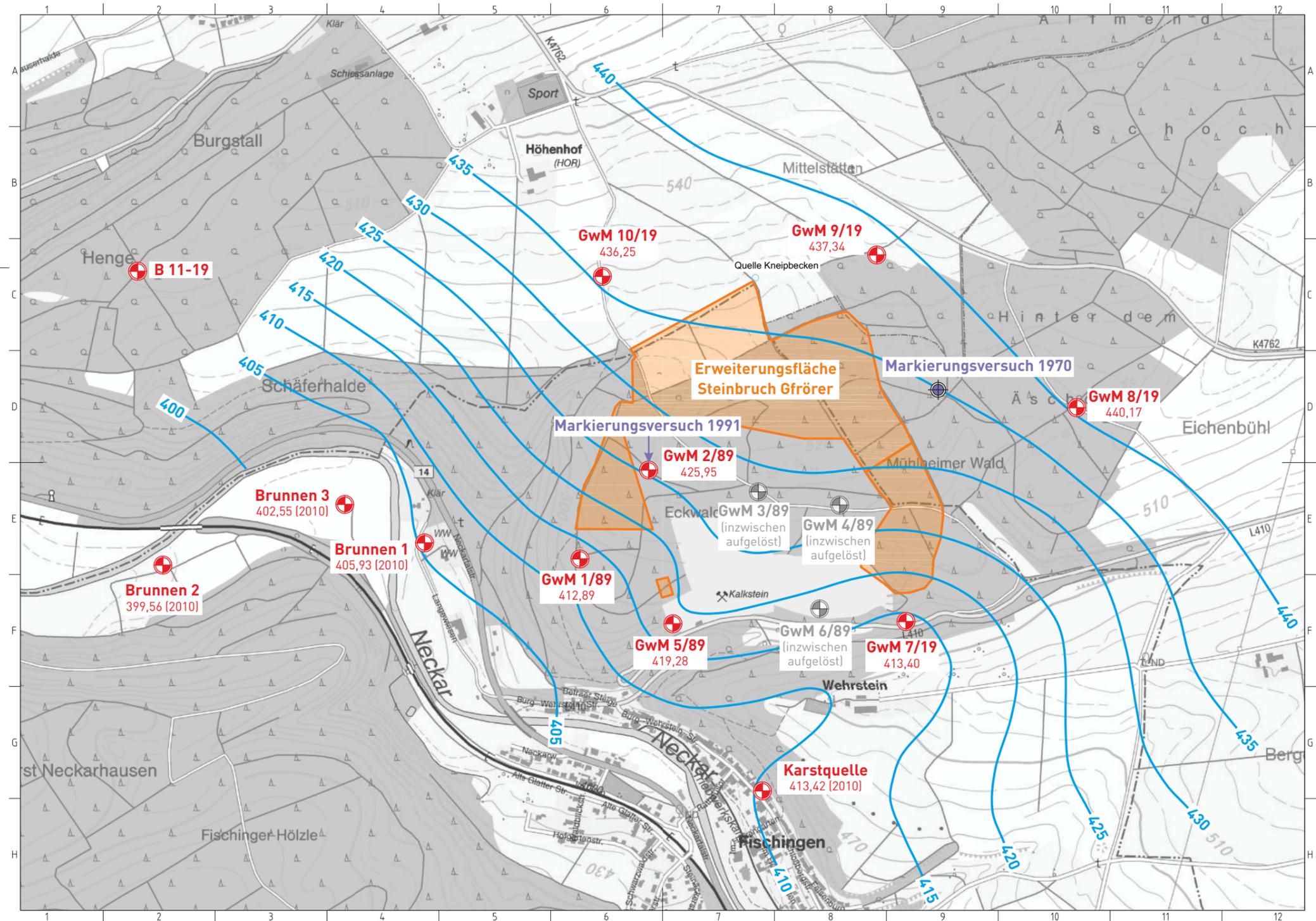
G:\s&p\AUFTR20\20083\Pumpversuche\20083-GwM_8-9-10_WspmNN_NS_A3-Logger.grf

Grundwasserganglinien der Grundwassermessstellen GwM 8/2019, GwM 9/2019, GwM 10/2019 und Niederschlag der DWD-Station Horb-Betra vom 29.07.20 bis 29.11.21	gez. ks gepr. Bü
--	---------------------



Grundwassergleichenkarte
 Stichtag 21.01.2021: Niedriger Grundwasserstand

gez. AJ/me	Maßstab
gepr. Bü	1:10 000



Grundwassergleichenkarte
 Stichtag 22.07.2021: Hoher Grundwasserstand

gez. AJ/me	Maßstab 1:10 000
gepr. Bü	

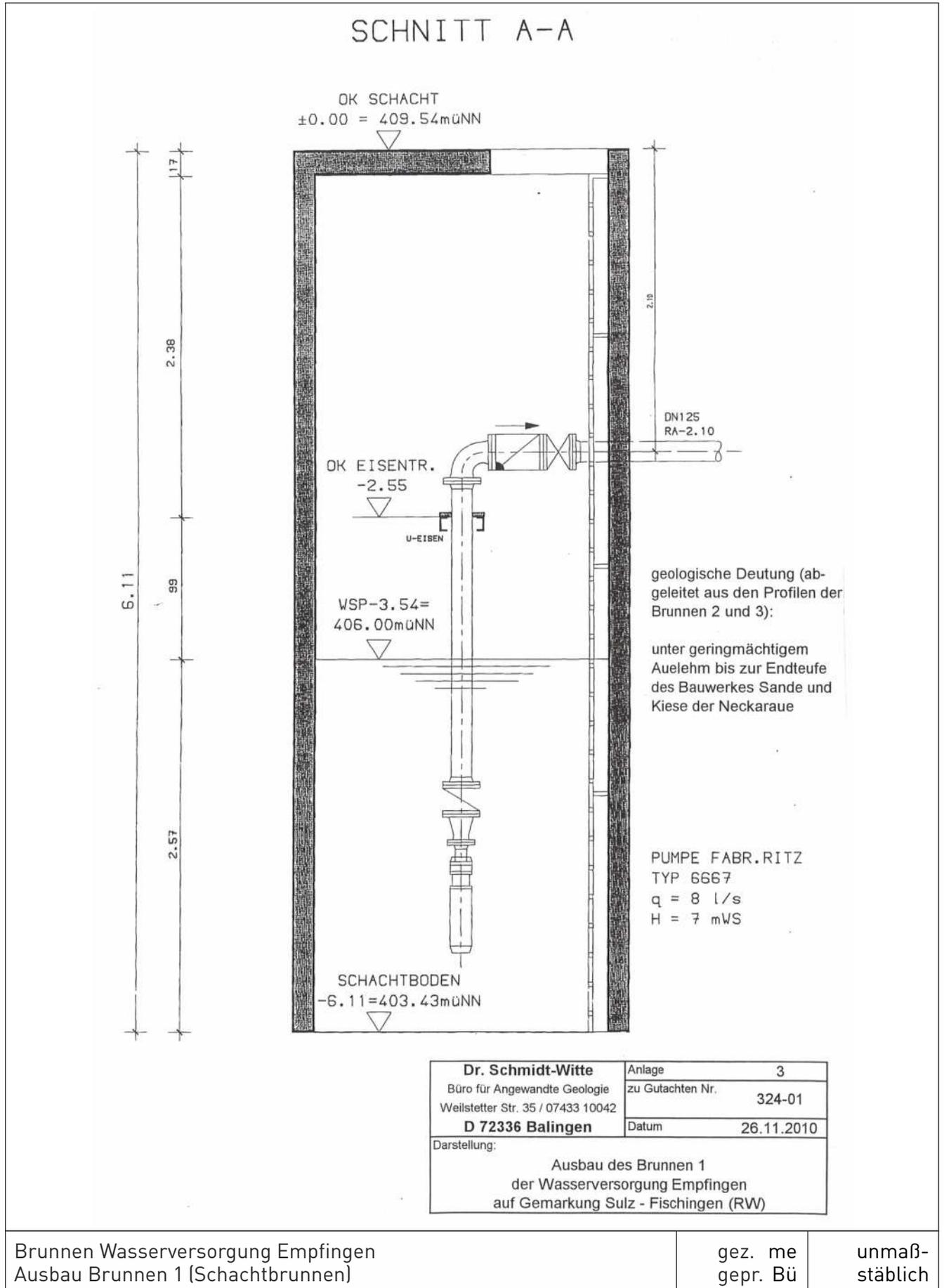
Entnahmestelle			GwM 2	GwM 5	GwM 7	GwM 8	GwM 10
Datum			15.12.20	14.12.20	14.12.20	14.12.20	15.12.20
Uhrzeit			11:30-13:00	0,482638889	10:35-11:30	9:45-11:15	13:30-14:30
Labor			Analytik-Team	Analytik-Team	Analytik-Team	Analytik-Team	Analytik-Team
Probenehmer			S&P	S&P	S&P	S&P	S&P
Messungen im Feld							
Einbautiefe Pumpe		m u. ROK	-	37,	-	-	-
Wasserspiegel Probenahme		m u. ROK	-	36,3	-	-	-
Ruhewasserspiegel		m u. ROK	93,39	32,49	60,68	77,94	92,27
Entnahme		l/s	Schöpfpr.	0,017	Schöpfpr.	Schöpfpr.	Schöpfpr.
el. Leitfähigkeit	25°C	µS/cm	539,	693,	2300,	488,	656,
Temperatur		°C	9,3	13,1	9,9	8,4	7,7
pH-Wert	20°C		7,58	7,8	7,29	7,8	10,2
Farbe			graubraun	bräunlich	bräunlich	farblos	graubraun
Trübe			leicht	schwach	trüb	klar	leicht
Geruch			ohne	geruchlos	modrig	ohne	ohne
Bodensatz			ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Labor							
Farbe			farblos	farblos	farblos	farblos	farblos
Trübe			klar	klar	klar	klar	klar
Bodensatz			ohne	ohne	ohne	ohne	ohne
Geruch			geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos	geruchlos
el. Leitfähigkeit	25°C	µS/cm	820,	650,	1700,	700,	980,
Temperatur		°C	20,	19,	19,	19,	19,
pH-Wert	20°C		7,4	7,7	7,2	7,5	7,4
Kationen							
Natrium	Na	mg/l	4,7	18,	49,	13,	13,
Kalium	K	mg/l	1,1	12,	4,1	1,7	2,3
Ammonium	NH ₄	mg/l	< 0,050	< 0,050	0,12	0,05	< 0,050
Calcium	Ca	mg/l	110,	69,	310,	91,	150,
Magnesium	Mg	mg/l	58,	35,	60,	38,	41,
Eisen ges.	Fe	mg/l	< 0,025	0,17	0,12	< 0,025	< 0,025
Mangan ges.	Mn	mg/l	< 0,025	< 0,025	0,15	< 0,025	< 0,05
Anionen							
Chlorid	Cl	mg/l	7,0	29,0	64,0	57,0	13,0
Nitrat	NO ₃	mg/l	13,	14,	8,1	12,	22,
Sulfat	SO ₄	mg/l	100,	120,	630,	20,	240,
Bicarbonat	HCO ₃	mg/l	439,02	201,22	396,34	329,27	359,76
Phosphat	PO ₄	mg/l	0,068	< 0,050	< 0,050	0,077	< 0,050
Ionenbilanzfehler		%	7,941	8,098	5,045	8,281	-1,154
undissoziierte Stoffe							
Bor	B	mg/l	< 0,10	< 0,10	0,14	< 0,10	< 0,10
gasförmige Stoffe							
Sauerstoff	O ₂	mg/l	8,8	8,6	2,6	9,4	7,7
anorganische Spurenstoffe							
Arsen	As	mg/l	< 0,003	0,004	< 0,003	0,006	< 0,003
Blei	Pb	mg/l	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Cadmium	Cd	mg/l	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Chrom, gesamt	Cr	mg/l	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Kupfer	Cu	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Nickel	Ni	mg/l	< 0,003	0,003	0,005	0,003	< 0,003
Quecksilber	Hg	mg/l	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Zink	Zn	mg/l	0,21	< 0,025	0,059	0,33	0,28
Summenparameter + organische Spurenstoffe							
Gesamthärte		°dH	29,	18,	57,	22,	30,
		mmol/l	5,18	3,21	10,18	3,93	5,36
Carbonathärte		°dH	20,16	9,24	18,2	15,12	16,52
Säurekapazität	pH 4,3	mmol/l	7,2	3,3	6,5	5,4	5,9
Spektr. Absorp-	254 nm	m ⁻¹	< 0,10	< 0,10	0,85	0,4	< 0,10
tionskoeffizient	436 nm	m ⁻¹	< 0,10	< 0,10	0,2	< 0,10	< 0,10
Gel. org. Kohlenst.	DOC	mg/l	1,9	1,2	2,4	2,5	1,
Halogenverbindungen							
- adsorbierb. org.	AOX	mg/l	< 0,010	< 0,010	0,01	0,01	0,024
20083-Chemie.xlsm							
Chemische Untersuchungen Tabellarische Darstellung der Analysenbefunde							gez. AJ gepr. Bü

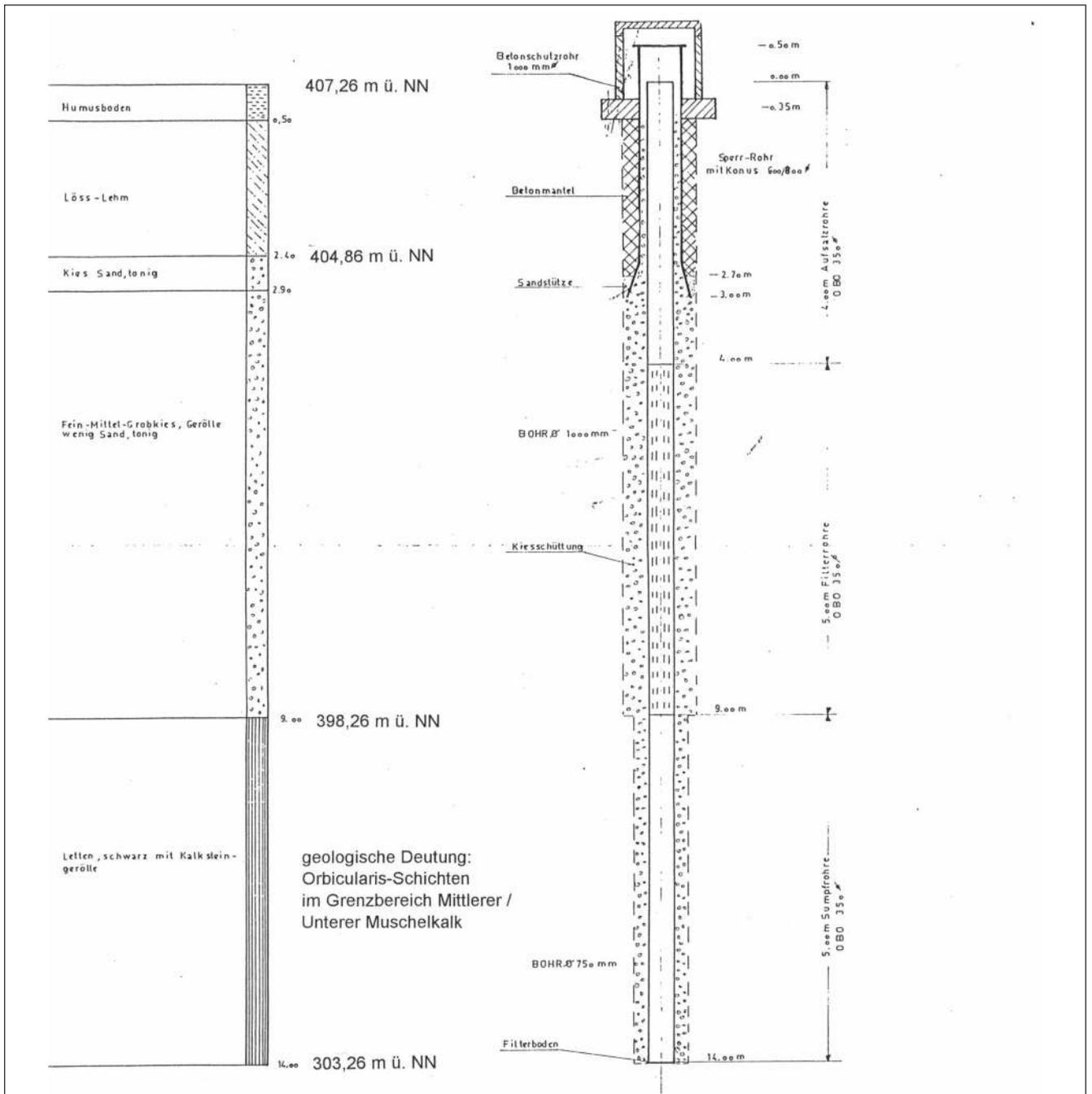
Entnahmestelle	Wasserversorgung Empfingen Trinkwasserbrunnen Talaue			Wasserversorgung Empfingen Trinkwasserbrunnen Talaue				Wasserversorgung Empfingen Trinkwasserbrunnen Talaue			Neckar	Neckar	Karstwasser- quelle Fischingen	Karstwasser- quelle Fischingen		
	Brunnen 1	Brunnen 1	Brunnen 1	Brunnen 2	Brunnen 2	Brunnen 2	Brunnen 2	Brunnen 3	Brunnen 3	Brunnen 3			25.03.10	11.05.10		
Datum	04.06.87	25.03.10	11.05.10	04.06.87	09.10.02	25.03.10	11.05.10	04.06.87	25.03.10	11.05.10	25.03.10	11.05.10	25.03.10	11.05.10		
Labor	Eurofins	Eurofins	Eurofins	Eurofins	LFU	Eurofins	Eurofins	Eurofins	Eurofins	Eurofins	Eurofins	Eurofins	Eurofins	Eurofins		
Probenehmer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Messungen im Feld																
Probennehmer: Dr.Schmidt-Witte																
el. Leitfähigkeit	25°C	µS/cm	-	1034,	1048,	-	-	598,	636,	-	1007,	1043,	804,	684,	813,	816,
Labor																
el. Leitfähigkeit	25°C	µS/cm	925,	1060,	1055,	662,	732,	617,	638,	930,	1028,	1030,	830,	691,	836,	824,
Kationen																
Calcium	Ca	mg/l	144,3	148,	151,	97,4	89,2	83,6	96,9	149,9	145,	146,	99,1	96,5	111,	89,4
Magnesium	Mg	mg/l	37,5	37,5	39,9	27,6	35,3	23,5	25,7	35,2	33,7	36,6	23,	18,5	35,9	32,4
Anionen																
Chlorid	Cl	mg/l	35,5	39,8	44,4	12,2	31,6	7,4	6,0	34,5	40,3	44,9	45,0	40,5	37,6	64,0
Nitrat	NO ₃	mg/l	16,4	22,2	23,4	24,4	19,3	20,3	17,4	18,7	22,3	23,1	21,5	19,	30,7	27,5
Sulfat	SO ₄	mg/l	185,6	198,	205,	67,8	38,3	47,2	62,1	198,1	149,	198,	136,	93,6	74,7	66,2
Summenparameter + organische Spurenstoffe																
Gesamthärte	°dH		28,79	29,31	30,28	19,96	20,59	17,09	19,45	29,05	28,02	28,82	19,14	17,74	23,77	19,95
		mmol/l	5,14	5,23	5,41	3,56	3,68	3,05	3,47	5,19	5,	5,15	3,42	3,17	4,24	3,56

20083-Chemie.xlsm

Trinkwasserbrunnen der Wasserversorgung Empfingen, Neckar und Karstwasserquelle Fischingen vom 04.06.87 bis 11.05.10; Tabellarische Darstellung

gez. me
gepr. Bü





*Wasserversorgung Empfingen
 Ausbauplan für Brunnen 2
 Gemarkung Fischingen*

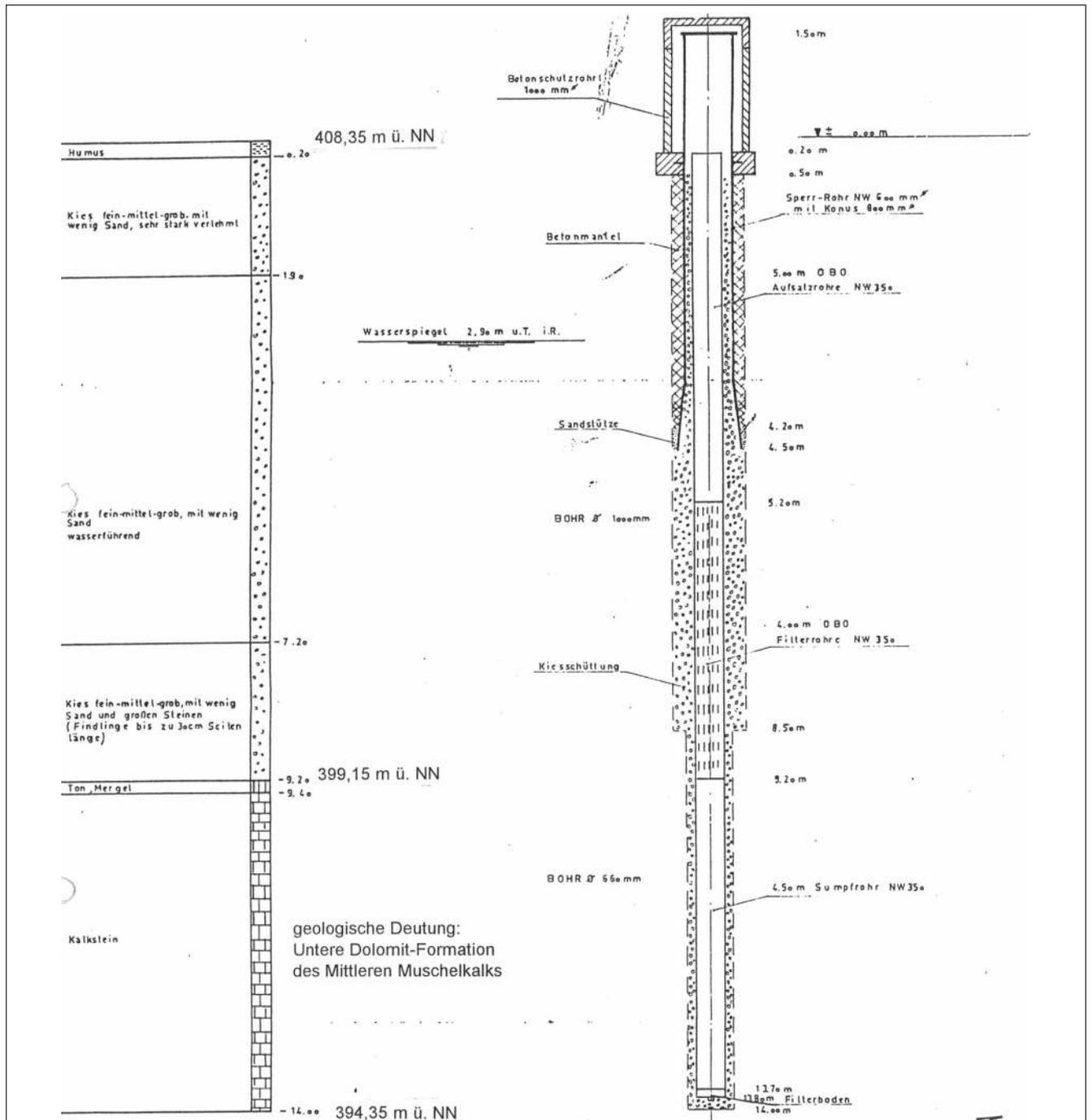
Dr. Schmidt-Witte	Anlage	4
Büro für Angewandte Geologie Weilstetter Str. 35 / 07433 10042	zu Gutachten Nr.	324-01
D 72336 Balingen	Datum	26.11.2010

№ 17629

Brunnen Wasserversorgung Empfingen
 Ausbau Brunnen 2 (Bohrbrunnen)

gez. me
 gepr. Bü

unmaß-
 stäblich



*Wasserversorgung Empfingen
 Ausbau der Bohrung 3
 Gemarkung Fischingen*

№ 17029

Anlage

Dr. Schmidt-Witte	Anlage	5
Büro für Angewandte Geologie Weilstetter Str. 35 / 07433 10042	zu Gutachten Nr.	324-01
D 72336 Balingen	Datum	26.11.2010

Brunnen Wasserversorgung Empfingen Ausbau Brunnen 3 (Bohrbrunnen)	gez. me gepr. Bü	unmaß- stäblich
--	---------------------	--------------------