

Smoltczyk & Partner GmbH Untere Waldplätze 14 70569 Stuttgart

Ed. Züblin AG
Bereich München
Standort Ingolstadt
Herrn Dipl.-Ing. Stephan Klier
Ferdinand-Braun-Str. 6
85057 Ingolstadt

Stuttgart, 22.02.2021
758887-01
LK/St/Ju/lg

Dr. Lisa Krienen
krienen@smoltczykpartner.de
0711 / 131 64-27

per E-Mail: stephan.klier@zueblin.de

20-144 Ingolstadt, Südliche Ringstraße 64: VR-Bank Bayern Mitte

Hydrogeologischer Bericht: Auffüllversuche und Grundwasserganglinien

Sehr geehrter Herr Klier,

auf der Grundlage unseres Leistungs- und Honorarvorschlags (LHVA5059a) vom 17.09.20, Ihrer Beauftragung vom 26.10.20 sowie nach telefonischer Abstimmung haben wir am 03.02. und 04.02.21 in den bestehenden Grundwassermessstellen Auffüllversuche zur Bestimmung der hydraulischen Durchlässigkeit und der Versickerungsfähigkeit des quartären Untergrunds durchgeführt. Des Weiteren wurden am 03.02.21 Grundwasserproben aus dem Quartären und dem Tertiären Grundwasserleiter entnommen und von einem akkreditierten Labor analysiert

Der vorliegende hydrogeologische Bericht beinhaltet die ausgewerteten Ergebnisse der durchgeführten Versuche und der hydrochemischen Untersuchung sowie eine Bewertung der seit dem 13.01.21 aufgezeichneten Grundwasserständen und daraus abgeleitete bautechnische Rückschlüsse.

1 Auffüllversuche

Versuchsdurchführung: Am 03.02.21 wurde ein 2-stufiger Auffüllversuch in der Messstelle BK 2 GwM und am 04.02.21 ein 1-stufiger Auffüllversuch in der BK 3 GwM durchgeführt.

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

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

Büro Heilbronn
Lindenstraße 16
74232 Abstatt
Tel. 07062 / 914 23 55
Büro Oberschwaben
Heinrich-Hertz-Straße 6
88250 Weingarten
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

Beide Grundwassermessstellen sind im Quartär-Grundwasserleiter verfiltert. Die Wasserentnahme erfolgte für beide Versuche aus der Tertiär-Grundwassermessstelle BK 1 GwM.

Vor Beginn der Wassereingabe in eine Messstelle wurde der Ruhewasserstand gelotet. Während der Wassereingabe mit einer konstanten Eingaberate, erfolgte die Aufzeichnung des Wasseranstiegs innerhalb der Messstelle über eine eingebaute Drucksonde mit Datenlogger. Die Eingaberate wurde zuvor so gewählt, dass ein Beharrungszustand erreicht und über einen Zeitraum konstant gehalten werden konnte. Im Beharrungszustand entspricht die Eingaberate der Wassermenge, die durch die Filterstrecke der Messstelle in den Grundwasserleiter infiltriert. Nach 3,5 Stunden (BK 2 GwM) bzw. 2,5 Stunden (BK 3 GwM) wurde die Wassereingabe gestoppt und die Absenkung des Wasserstands gemessen. Beide Versuchsläufe sind über die graphische Auftragung der Wasserstände und der Eingaberaten in Anlage 3.1 (BK 2 GwM) bzw. Anlage 3.2 (BK 3 GwM) dargestellt.

Ebenfalls aufgezeichnet wurde der Wasserstand in der Tertiär-Messstelle BK 1 GwM aus der das Grundwasser für die Auffüllversuche entnommen wurde. Eine Graphik zum Wasserstandsverlauf und der Entnahmerate ist in Anlage 3.3 für den Auffüllversuch am 04.02.21 beigelegt.

Nachfolgende Tabelle 1 zeigt eine Zusammenfassung der Rahmenbedingungen sowie der Versuchsparameter. In Anlage 2 sind die Schichtenverzeichnisse und Ausbauprofile beider Messstellen beigelegt.

	Einheit	BK 2 GwM		BK 3 GwM
		1. Stufe	2. Stufe	
Datum		03.02.2021	03.02.2021	04.02.2021
Ruhewasserstand	mNN	362,29	358,85*	362,37
Eingaberate (Q)	l/s	0,158	0,222	0,968
Aufhöhung (H)	m	0,44	0,54	0,85
Filterstrecke: Länge	m	3	3	2
Filterstrecke: Durchmesser	mm	125	125	125

*Beharrungswasserstand der 1. Stufe

Tabelle 1: Versuchsparameter

Hydraulische Auswertung: Die Infiltration des eingegebenen Wassers erfolgt durch die Filterstrecke in den Grundwasser-erfüllten Bereich des Quartär-Grundwasserleiters. Zur Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwerts (k_f -Wert) wurden die stationären Versuchszeiträume, die Beharrungszustände, ausgewertet.

Aus dem Versuch in der BK 2 GwM wurde der k_f -Wert über die Eingaberate von $Q = 0,158$ l/s und der Aufhöhung innerhalb der Messstelle von $H = 0,44$ m auf $k_f = 7,31 \cdot 10^{-4}$ m/s für die 1. Stufe und mit $Q = 0,222$ l/s sowie $H = 0,54$ m auf $k_f = 8,44 \cdot 10^{-5}$ m/s für die 2. Stufe berechnet. Die Auswertung des Versuchs in der BK 3 GwM ergab einen k_f -Wert von $3,14 \cdot 10^{-4}$ m/s mit $Q = 0,968$ l/s und $H = 0,85$ m. Die Ergebnisse stimmen mit den zuvor ermittelten k_f -Werten aus den Klarspül-Protokollen der Grundwassermessstellen (unser Geotechnischer Bericht 749895-01 vom 21.01.21) gut überein.

Die Aufzeichnung der Wasserstandsabsenkung durch die Grundwasserentnahme aus der Tertiär-Messstelle BK 1 GwM entspricht überschlägig den zuvor ermittelten k_f -Werten aus den Klarspül-Protokollen (unser Geotechnischer Bericht 749895-01 vom 21.01.21) und wird daher im Rahmen dieser Stellungnahme nicht tiefergehend ausgewertet.

Alle ermittelten k_f -Werte sind in nachfolgender Tabelle 2 zusammengefasst:

k_f -Werte [m/s]	BK 2 GwM (Quartär)	BK 3 GwM (Quartär)	BK 1 GwM (Tertiär)
Siebkornganalysen	-	$5,6 \cdot 10^{-2}$ bis $1,1 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-5}$ bis $3 \cdot 10^{-4}$
<u>Klarspül-Protokolle</u>			
Wiederanstieg nach Theis	$5,14 \cdot 10^{-5}$	-	$5,24 \cdot 10^{-5}$
Absenkung nach Cooper & Jacob I	-	-	$1,05 \cdot 10^{-4}$
Abschätzung nach Darcy	$5,16 \cdot 10^{-4}$	$7,95 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$
Auffüllversuche	$7,88 \cdot 10^{-5}$	$3,14 \cdot 10^{-4}$	-

Tabelle 2: Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) aus den durchgeführten hydraulischen Versuchen

Die Quartären Kiese zeigen anhand der Durchlässigkeitsbeiwerte einen heterogenen Aufbau mit niedrigeren k_f -Werten von im Mittel $k_f = 6,5 \cdot 10^{-5}$ m/s im Bereich der BK 2 GwM und im Bereich der BK 3 GwM von $k_f = 5,6 \cdot 10^{-4}$ m/s. Der tertiäre Grundwasserleiter aus schluffigen Feinsand besitzt einen mittleren k_f -Wert von $7,9 \cdot 10^{-5}$ m/s. Sollen die bestehenden Messstellen für eine Versickerung des aus der Wasserhaltung stammenden Wassers genutzt werden, sollte die Aufhöhung im Brunnen auf 1,5 m gegenüber dem Außenwasserstand bzw. bis maximal 364,5 mNN begrenzt bleiben.

Es darf davon ausgegangen werden, dass die dauerhafte Versickerungsleistung der bestehenden Brunnen insgesamt 1,5 l/s beträgt. Werden die Brunnen auf einen Durchmesser von 0,8 m aufgebohrt, kann die Versickerungsleistung auf 2,5 l/s erhöht werden.

2 Hydrochemische Untersuchung

Am 03.02.21 wurden Grundwasserproben aus den Messstellen BK 1 GwM (Tertiär) und BK 3 GwM (Quartär) als Pumpproben entnommen. Das grundwassererfüllte Messstellenvolumen wurde dabei vor der Probennahme drei Mal ausgetauscht und auf Konstanz der Vor-Ort-Parameter beobachtet. Nach der Probennahme wurden die Proben gekühlt transportiert und von der Analytik-Team GmbH analysiert. Die Analysenergebnisse sind in Anlage 4 beigefügt.

In nachfolgender Tabelle 3 sind die wichtigsten Analysenergebnisse zusammengestellt:

Parameter	Einheit	BK 3 GwM (Quartär)	BK 1 GwM (Tertiär)
<u>Vor-Ort-Parameter</u>			
pH-Wert	-	6,97	7,65
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	1296	528
Temperatur	°C	14,2	12,5
<u>Laborergebnisse</u>			
Sauerstoffgehalt	mg/l	2,5	1,1
Calcium	mg/l	150	75
Natrium	mg/l	75	5,2
Kalium	mg/l	7,6	1,4
Eisen	mg/l	<0,025	<0,025
Mangan	mg/l	0,081	0,061
Nitrat	mg/l	23	<2
Sulfat	mg/l	58	14
Hydrogencarbonat	mg/l	530	340
Chlorid	mg/l	120	<3,0

Tabelle 3: Zusammengefasste Analysenergebnisse der Grundwasserbeprobung

Die Grundwässer zeigen einen sich deutlich unterscheidenden Chemismus: Das Quartäre Grundwasser aus der BK 3 GwM besitzt mit 1.296 µS/cm eine sehr hohe elektrische Leitfähigkeit, die anhand der hohen Natrium-, Calcium-, Kalium- und Chloridgehalten aus Einträgen von Streusalz resultiert. Das Tertiäre Grundwasser ist von diesen Einträgen nicht betroffen und zeigt mit 528 µS/cm eine weitaus geringere elektrische Leitfähigkeit.

In beiden Grundwasserproben wurden Mangankonzentrationen mit 0,081 mg/l in der BK 3 GwM (Quartär) und 0,061 mg/l in der BK 1 GwM (Tertiär) festgestellt, die bei einem andauernden Brunnenbetrieb zu einer Verockerung des Brunnenfilters führen können.

Nach DIN 4030 sind beide Grundwässer als nicht betonangreifend einzustufen. Wir empfehlen jedoch, Bauteile die ins Tertiär eingreifen auf einem Betonangriff XA1 auszulegen.

3 Grundwasserganglinien

Seit dem 13.01.21 werden die Grundwasserstände in den Messstellen BK 2 GwM (Quartär) und BK 1 GwM (Tertiär) aufgezeichnet. Die Wasserstandsverläufe sind graphisch in Anlage 5 dargestellt. Zusätzlich sind die Wasserstände der Donau am Pegel Luitpoldstraße (Anlage 5.1) und die Niederschlagstagesummen der Station Kösching (Anlage 5.2) aufgetragen.

Die Pegelstände der Donau zeigen eine durch die Schneeschmelze resultierende Hochwasserwelle, die am 28.01.21 am Pegel Luitpoldstraße ankam. Der Donauwasserstand stieg von 361,98 mNN auf 364,44 mNN binnen 40 Stunden. Beide Grundwasserleiter zeigen eine sofortige Reaktion auf den Anstieg des Flusswasserstands mit Erhöhungen von knapp 30 cm auf 362,28 mNN in der BK 2 GwM (Quartär) und um 66 cm auf 362,41 mNN in der BK 1 GwM (Tertiär) bis zum Auslesedatum am 04.02.21. Somit besteht eine hydraulische Verbindung beider Grundwasserleiter zur Donau.

Aus den Anstiegen der Wasserstände in beiden Messstellen ist weiterhin ein Rückschluss auf die hydraulischen Verhältnisse in den Grundwasserleitern möglich: Im Vergleich zum Wasserstandsverlauf in der Quartär-Messstelle BK 2 GwM steigt der Wasserstand in der Tertiär-Messstelle BK 1 GwM schneller und mit 13 cm über das maximal aufgezeichnete Höhenniveau in der Quartär-Messstelle. Daraus ist zu schließen, dass die Wasser Oberfläche des Tertiären Grundwasserleiters durch die überlagernden Schluffe im Bereich des Bau-felds gespannt ist. Die Grundwasseroberfläche der Quartären Kiese ist hingegen frei. Es besteht somit keine hydraulische Verbindung zwischen den Grundwasserleitern im Untersuchungsbereich. Dieser Sachverhalt wird durch den unterschiedlichen Chemismus der Grundwässer bestätigt.

Anhand der vorliegenden Grundwasserganglinien bis zum 04.02.21 (Anlage 5) ist noch nicht ersichtlich, ob die höchsten Grundwasserstände bereits erreicht wurden. Eine aktuelle Abfrage der Donau-Wasserstände vom 15.02.21 ergab jedoch fallende Flusswasserstände, so dass von einem Abfall der Grundwasserstände ausgegangen werden kann. Die Grundwasserganglinien sowie Pegelstände in Anlage 5 werden mit dem nächsten Auslesetermin der Datenlogger im Mai 2021 von uns aktualisiert. Wir werden die Ergebnisse in einem separaten Bericht für Sie dokumentieren.

4 Bautechnische Rückschlüsse

Im Geotechnischen Bericht vom 21.01.21 haben wir in Abschnitt 5 Bemessungswasserstände für den Bauzustand und Endzustand empfohlen sowie in Abschnitt 7.2 Empfehlungen und Hinweise zum Herstellen der Baugruben ausgesprochen. Messungen des Grundwasserstandes im Baufeld können zur Überprüfung des auf Basis großräumiger Betrachtungen festgelegten temporären Bemessungswasserstandes herangezogen werden.

Anhand der festgestellten direkten Verbindung des quartären und tertiären Grundwasserleiters zur Donau und der im Messzeitraum erfassten Donauwasserstände (bis etwa 1,5 m unter HW_{10}) mit den zugehörigen Grundwasserschwankungen kann auf derzeitiger Datenbasis der temporäre Bemessungswasserstand bis 363,5 mNN für den quartären und tertiären Grundwasserleiter bestätigt werden. Eine weitere Überprüfung ist jedoch nach den zu erwartenden Frühjahrshochwässern zu empfehlen.

Der ohnehin aus großräumigen Betrachtungen zur ermittelnde Bemessungswasserstand im Endzustand bleibt von lokalen Betrachtungen unberührt. Für die derzeit geplante Aushubsohle (354,5 mNN) des 3. UG konnte eine auftriebssichere Ausführung nur bei Begrenzung des Grundwasserspiegels im Tertiär auf 363,2 mNN durch sogenannte Überlaufbrunnen nachgewiesen werden.

Auf Grund der jetzt festgestellten hydraulischen Verbindung des tertiären Grundwasserleiters mit der Donau muss von einer mehrmaligen Überschreitung des rechnerischen Wertes gerechnet werden.

Mit weniger tiefen Aushubhöhen reduziert sich die Wahrscheinlichkeit des maximal zulässigen Grundwasserstandes im Tertiär. Genaue Angaben zur Ausbildung und Anzahl der Überlaufbrunnen können erst mit Vorliegen der Aushubsohle erarbeitet werden.

Abhängig davon ist im Absenkungsfall auch die zu fördernde Wassermenge aus überschlägigen Berechnungen jedoch mit Förderraten bis 5 l/s zu rechnen.

Wir empfehlen die entsprechenden Maßnahmen und Nachweise im Rahmen der detaillierten Planung zu vertiefen. Dabei gehen wir davon aus, dass uns dann die Messergebnisse bis Mai 2021, nächste geplante Auslesung der Grundwassermessstände, zur Bearbeitung vorliegen und mögliche Überschreitungen auch zeitlich etwa eingeschränkt werden können. Damit können die zu ermittelnden Förderraten auch in Bezug auf die Bauzeit bewertet werden.

Wir weisen hier auch nochmals darauf hin, dass die Grundwasserabsenkung im Tertiär einer wasserrechtlichen Genehmigung bedarf.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Freundliche Grüße




Smoltczyk & Partner GmbH

Anlagen

Anlage

Lagepläne

- Übersichtslageplan (M 1:25 000) 1.1
- Lageplan (M 1:250) mit Lage der Grundwassermessstellen 1.2

Schichtenverzeichnisse und Ausbauprofile der Grundwassermessstellen

- Kurzzeichen und Abkürzungen nach DIN 4023 und DIN 18 196 2.0
- BK 1 GwM 2.1
- BK 2 GwM 2.2
- BK 3 GwM 2.3

Auffüllversuche

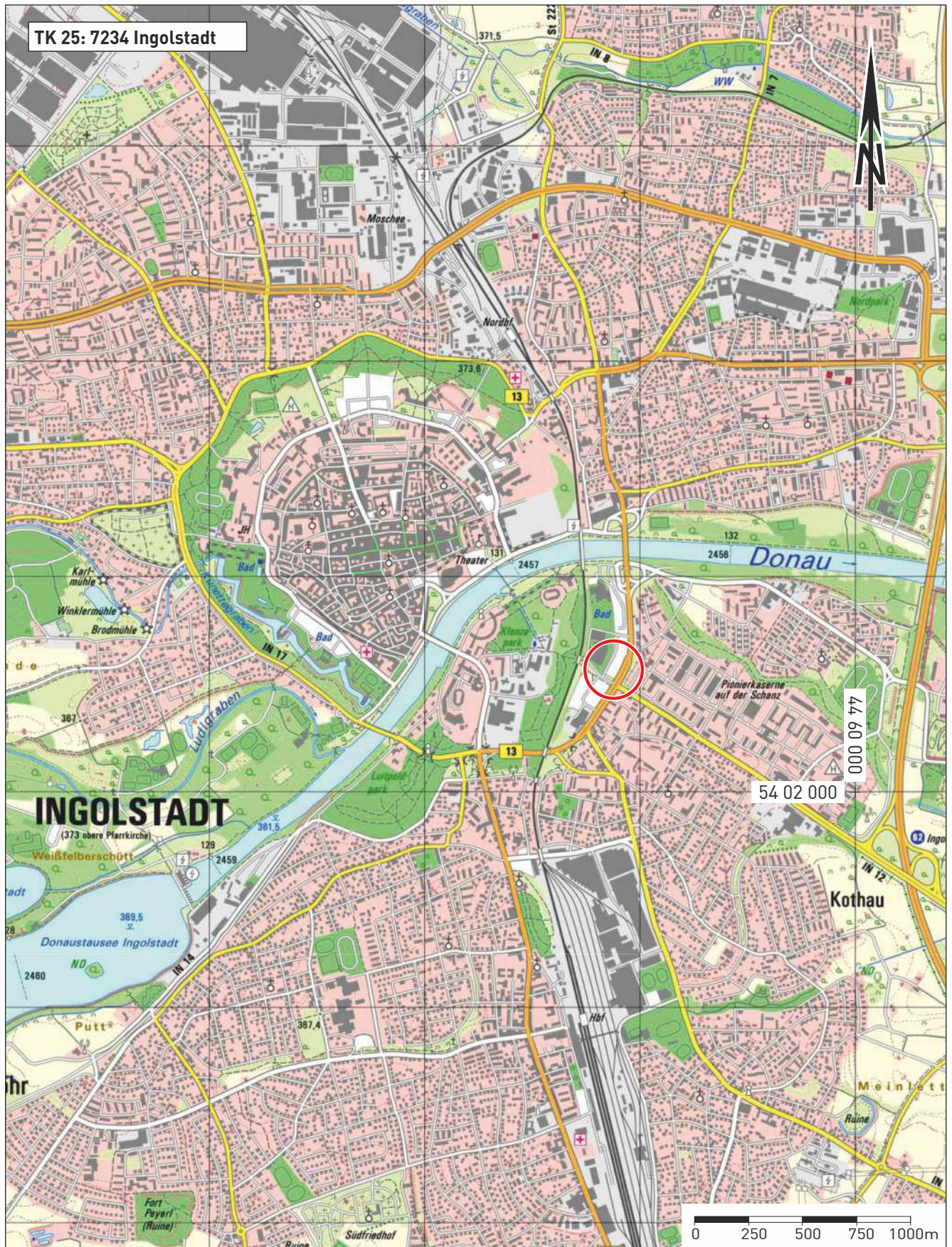
- BK 2 GwM (Quartär): Wasserstandsverlauf und Eingaberate 3.1
- BK 3 GwM (Quartär): Wasserstandsverlauf und Eingaberate 3.2
- BK 1 GwM (Tertiär): Wasserstandsverlauf und Entnahmerate 3.3

Analysenergebnisse der Gw-Beprobung am 03.02.21

- Prüfbericht 2102065 der Analytik-Team GmbH (2 Blatt) 4

Grundwasserganglinien

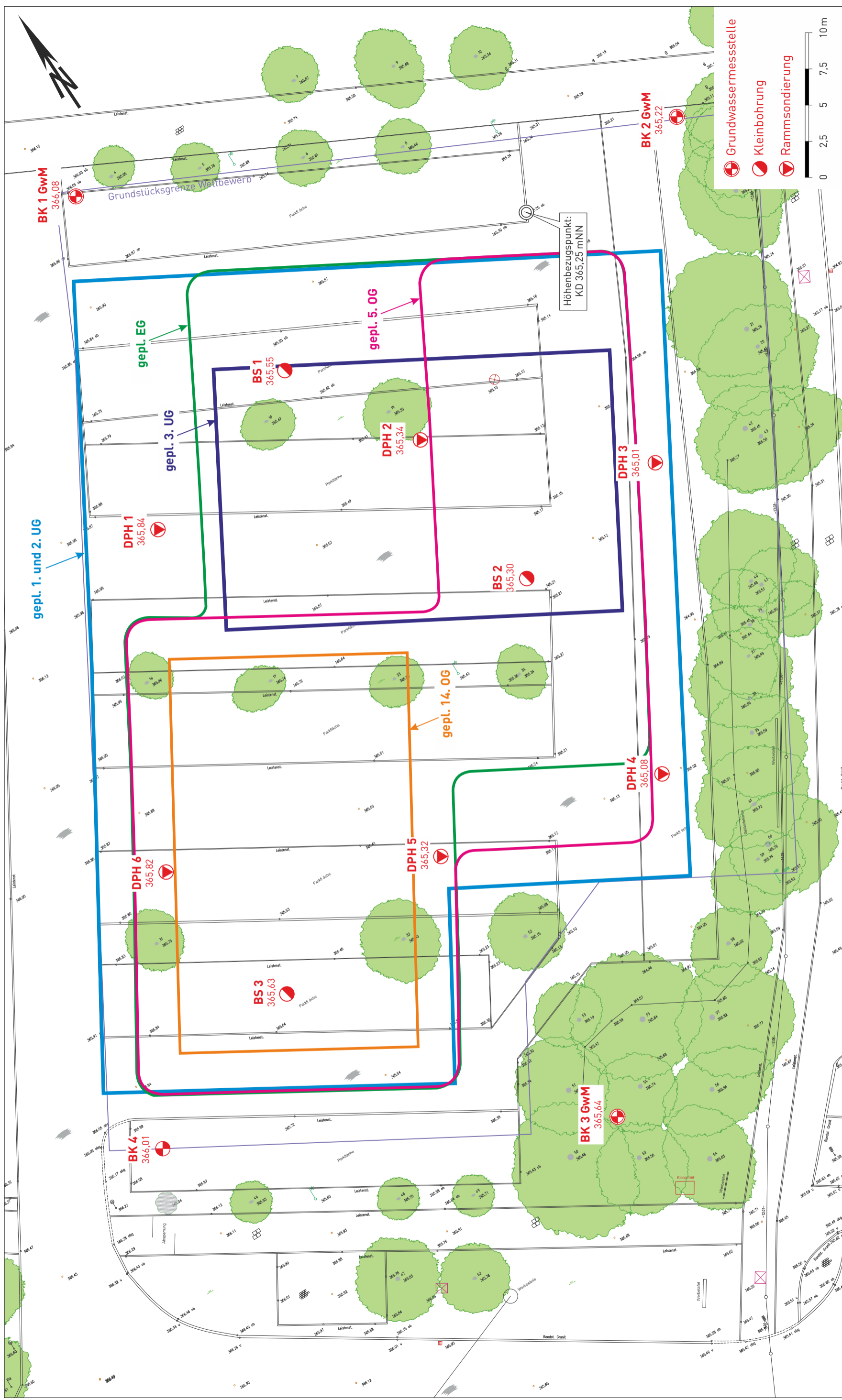
- Tertiär-/Quartär-Grundwasserganglinie und Ganglinie der Donau am Pegel Luitpoldstraße 5.1
- Tertiär-/Quartär-Grundwasserganglinien, Ganglinie der Donau am Pegel Luitpoldstraße und Niederschlagstagesummen 5.2



Übersichtslageplan
mit Lage der VR-Bank

gez. me
gepr. Sc

Maßstab
1:25 000



Lageplan mit
 Lage der Grundwassermessstellen

gez. AJ
 gepr. PB

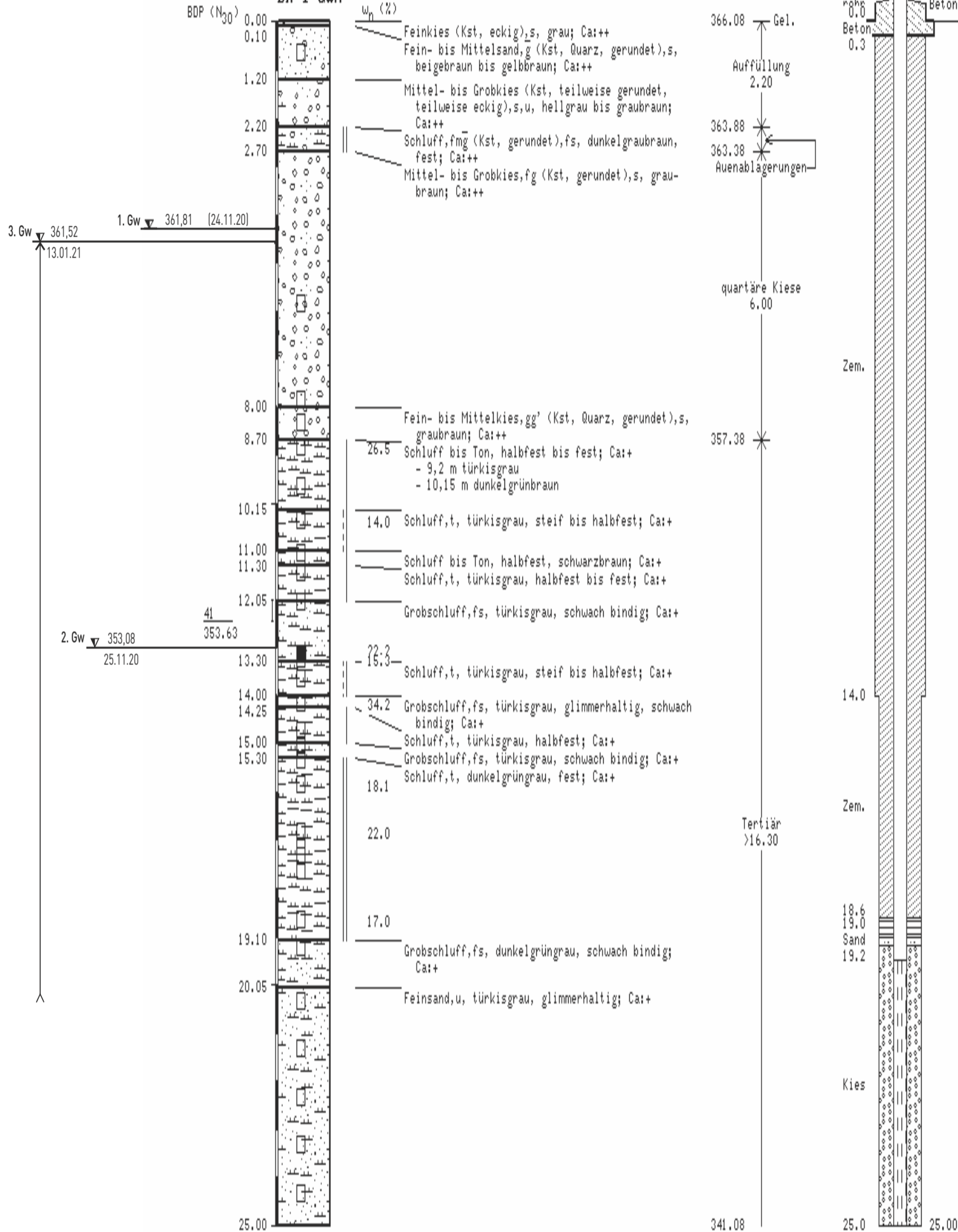
Maßstab
 1:250

<p>Untersuchungsstellen</p> <ul style="list-style-type: none"> ☒ SCH Schurf ● BK Kernbohrung ● BS Kleinbohrung 	<p>Rammsondierung (Dynamic Probing)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● DPL leichte Sonde (light) ● DPM mittelschwere Sonde (medium) ● DPH schwere Sonde (heavy) 	<p>Bodenproben</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Güteklasse 1 □ Güteklasse 3 ☒ Kernstück 																																												
<p>Bodenarten-Beschreibung</p> <table border="0" style="width:100%;"> <tr><td>A</td><td>Auffüllung</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Y</td><td>Blöcke</td><td>y</td><td>mit Blöcken</td></tr> <tr><td>X</td><td>Steine</td><td>x</td><td>steinig</td></tr> <tr><td>G</td><td>Kies</td><td>g</td><td>kiesig</td></tr> <tr><td>S</td><td>Sand</td><td>s</td><td>sandig</td></tr> <tr><td>U</td><td>Schluff</td><td>u</td><td>schluffig</td></tr> <tr><td>T</td><td>Ton</td><td>t</td><td>tonig</td></tr> <tr><td>H</td><td>Humus, Torf</td><td>h</td><td>humos, torfig</td></tr> <tr><td>F</td><td>Faulschlamm</td><td>o</td><td>org. Anteile</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>Mergel</td><td>mg</td><td>mergelig</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>dol.</td><td>dolomitisch</td></tr> </table>	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	<p>Korngrößen</p> <p>f fein m mittel g grob</p> <p>grobkörnige Nebenteile (Massenanteile Körnungslinie)</p> <p>· schwach (< 15%) - stark (> 30%)</p> <p>feinkörnige Nebenteile (Einfluss auf Verhalten des Bodens)</p> <p>· schwach - stark</p>	<p>Konsistenz</p> <p>}} breiig } weich : steif halbfest fest</p> <p>Kalkgehalt (Aufbraus-Test: 10% HCl)</p> <p>Ca:0 kalkfrei Ca:+ kalkhaltig Ca:++ stark kalkhaltig</p>
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																																											
<p>Felsarten-Beschreibung</p> <table border="0" style="width:100%;"> <tr><td>Z</td><td>Fels allgemein</td></tr> <tr><td>Zv</td><td>Fels verwittert</td></tr> <tr><td>Ko, Br</td><td>Konglomerat, Brekzie</td></tr> <tr><td>Sst</td><td>Sandstein</td></tr> <tr><td>Utst, Tst</td><td>Schluffstein, Tonstein</td></tr> <tr><td>Mst, Kst</td><td>Mergelstein, Kalkstein</td></tr> <tr><td>Dst</td><td>Dolomitstein</td></tr> <tr><td>Gyst</td><td>Gipsstein</td></tr> <tr><td>Mem</td><td>Massige Metamorphite (z.B. Gneis)</td></tr> <tr><td>Pl</td><td>Plutonite (z.B. Granit)</td></tr> <tr><td>Vu</td><td>Vulkanite (z.B. Basalt)</td></tr> </table>	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)	<p>Abschätzung der einaxialen Druckfestigkeit (Df) im Feld</p> <table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td style="width:30%;"><u>Bezeichnung</u></td> <td><u>Feldversuch</u></td> </tr> <tr> <td>außerordentlich gering</td> <td>mit Fingernagel leicht ritzbar</td> </tr> <tr> <td>sehr gering</td> <td>mit Messer ritzbar, durch feste Aufschläge mit Hammerspitze zu zerbröckeln</td> </tr> <tr> <td>gering</td> <td>mit Messer schwer ritzbar, durch feste Aufschläge mit Hammerspitze schwach einkerbar</td> </tr> <tr> <td>mäßig hoch</td> <td>mit Messer nicht mehr ritzbar, durch einen festen Hammerschlag zu zerbrechen</td> </tr> <tr> <td>hoch</td> <td>nur durch mehrere Hammerschläge zu zerbrechen</td> </tr> <tr> <td>sehr hoch</td> <td>nur durch sehr viele Hammerschläge zu zerbrechen</td> </tr> <tr> <td>außerordentlich hoch</td> <td>durch Schläge mit dem Hammer lösen sich nur Splitter</td> </tr> </table> <p>Kalkgehalt (s. Boden)</p>		<u>Bezeichnung</u>	<u>Feldversuch</u>	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 einkerbar	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						
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)																																													
<u>Bezeichnung</u>	<u>Feldversuch</u>																																													
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 einkerbar																																													
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																																													
<p>Zerlegung</p> <p>⚡ klüftig</p> <p>Schichtflächenabstand</p> <table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td><u>Bezeichnung</u></td> <td><u>Abstand [mm]</u></td> </tr> <tr> <td>sehr dick</td> <td>größer als 2000</td> </tr> <tr> <td>dick</td> <td>2000 bis 600</td> </tr> <tr> <td>mittel</td> <td>600 bis 200</td> </tr> <tr> <td>dünn</td> <td>200 bis 60</td> </tr> <tr> <td>sehr dünn</td> <td>60 bis 20</td> </tr> <tr> <td>grob laminiert</td> <td>20 bis 6</td> </tr> <tr> <td>fein laminiert</td> <td>kleiner als 6</td> </tr> </table> <p>Kluffflächenabstand</p> <table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td><u>Bezeichnung</u></td> <td><u>Abstand [mm]</u></td> </tr> <tr> <td>sehr weitständig</td> <td>größer als 2000</td> </tr> <tr> <td>weitständig</td> <td>2000 bis 600</td> </tr> <tr> <td>mittelständig</td> <td>600 bis 200</td> </tr> <tr> <td>engständig</td> <td>200 bis 60</td> </tr> <tr> <td>sehr engständig</td> <td>60 bis 20</td> </tr> <tr> <td>außerordentlich engständig</td> <td>kleiner als 20</td> </tr> </table>			<u>Bezeichnung</u>	<u>Abstand [mm]</u>	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	<u>Bezeichnung</u>	<u>Abstand [mm]</u>	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														
<u>Bezeichnung</u>	<u>Abstand [mm]</u>																																													
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																																													
<u>Bezeichnung</u>	<u>Abstand [mm]</u>																																													
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																																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Verwitterungsstufen</th> <th>VS 5</th> <th>VS 4</th> <th>VS 3</th> <th>VS 2</th> <th>VS 1</th> <th>VS 0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gesteinstyp</td> <td>Boden</td> <td>Boden</td> <td>Boden + Gestein</td> <td>Gestein</td> <td>Gestein</td> <td>Gestein</td> </tr> <tr> <td>Bezeichnung</td> <td>zersetzt</td> <td>vollständig verwittert</td> <td>stark verwittert</td> <td>mäßig verwittert</td> <td>schwach verwittert</td> <td>frisch</td> </tr> <tr> <td>Beschreibung</td> <td>gesamtes Gestein zu Boden umgewandelt, ohne Gefüge</td> <td>gesamtes Gestein zu Boden umgewandelt, Gefüge größtenteils unversehrt</td> <td>mehr als die Hälfte des Gesteins zersetzt oder zerfallen Gestein liegt als zusammenhängendes Steinskelett oder Steinkern vor.</td> <td>weniger als die Hälfte des Gesteins verwittert oder zersetzt</td> <td>Verfärbung</td> <td>möglicherweise leichte Verfärbung</td> </tr> </tbody> </table>							Verwitterungsstufen	VS 5	VS 4	VS 3	VS 2	VS 1	VS 0	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 Gestein liegt als zusammenhängendes Steinskelett oder Steinkern vor.	weniger als die Hälfte des Gesteins verwittert oder zersetzt	Verfärbung	möglicherweise leichte Verfärbung												
Verwitterungsstufen	VS 5	VS 4	VS 3	VS 2	VS 1	VS 0																																								
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 Gestein liegt als zusammenhängendes Steinskelett oder Steinkern vor.	weniger als die Hälfte des Gesteins verwittert oder zersetzt	Verfärbung	möglicherweise leichte Verfärbung																																								
<p>Grundwasser (Gw)</p> <p>Gw-Spiegel / Gw-Stand</p> <table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td> undefiniert oder nach Bohrende Wasserspiegel, steigend angebohrt Wasserspiegel, fallend in Ruhe im ausgebauten Bohrloch Datum </td> <td style="vertical-align: middle;"> </td> </tr> </table> <p>Normen: DIN EN ISO 14688, DIN EN ISO 14689-1 DIN 4022, DIN 4023</p> <p style="text-align: center;">☞ Vernässung oberhalb des Gw</p>								undefiniert oder nach Bohrende Wasserspiegel, steigend angebohrt Wasserspiegel, fallend in Ruhe im ausgebauten Bohrloch Datum																																						
	undefiniert oder nach Bohrende Wasserspiegel, steigend angebohrt Wasserspiegel, fallend in Ruhe im ausgebauten Bohrloch Datum																																													
<p>Beschreibung der Schichtenfolgen: Kurzzeichen und Abkürzungen</p>						<p>gez. AJ gepr. PB</p>																																								

TK 25: 7234 Ingolstadt
 R ≈ 44 58 871 / H ≈ 54 02 610
 Lage siehe auch Anlage 1.2
 Ansatzhöhe: 366.08 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Fa. Drillexpert
 vom: 24.11.-02.12.20
 aufgenommen: Dipl.-Geol. P. Brühl/S&P
 G: S&P'AUFTR20'20144'BK01.bpr; 21.01.2021

BK 1 GwM



Bohrverfahren:
 - 14,0 m Rammkernbohrung \varnothing 140 mm
 - 25,0 m Rotationskernbohrung mit SK6L \varnothing 146 mm
 - 14,0 m Hilfsverrohrung \varnothing 178 mm
 - 25,0 m Hilfsverrohrung \varnothing 140 mm
 - 10,5 m Vollbohrung \varnothing 324 mm
 - 25,0 m Vollbohrung \varnothing 273 mm

Bodenproben: 0,8 m; 9,0 m; 9,8 m; 10,5 m; 11,2 m; 11,6 m; 12,2 m; 13,4 m; 13,8 m; 14,3 m; 14,9 m; 15,2 m; 15,5 m; 16,0 m; 17,0 m; 17,3 m; 17,5 m; 17,8 m; 18,8 m; 19,4 m; 20,5 m; 21,5 m; 22,5 m; 23,5 m; 24,5 m

Eimerproben: 5,0-6,0 m; 7,0-8,0 m; 8,0-8,5 m

Sonderproben: 13,0-13,3 m

Geruch unauffällig

1. Gw angetroffen bei 4,5 m u. Gel. (24.11.20, 17:30h)
 nach 10 Min. angestiegen auf 4,27 m u. Gel.

2. Gw angetroffen bei 13,0 m u. Gel. (25.11.20, 10:15h)

3. Gw Ruhewasserspiegel bei 5,42 m u. ROK (13.01.21)

BDP 12,00 m - 12,45 m; 08/20/21

Schichtenfolge der Kernbohrung
 BK 1 GwM

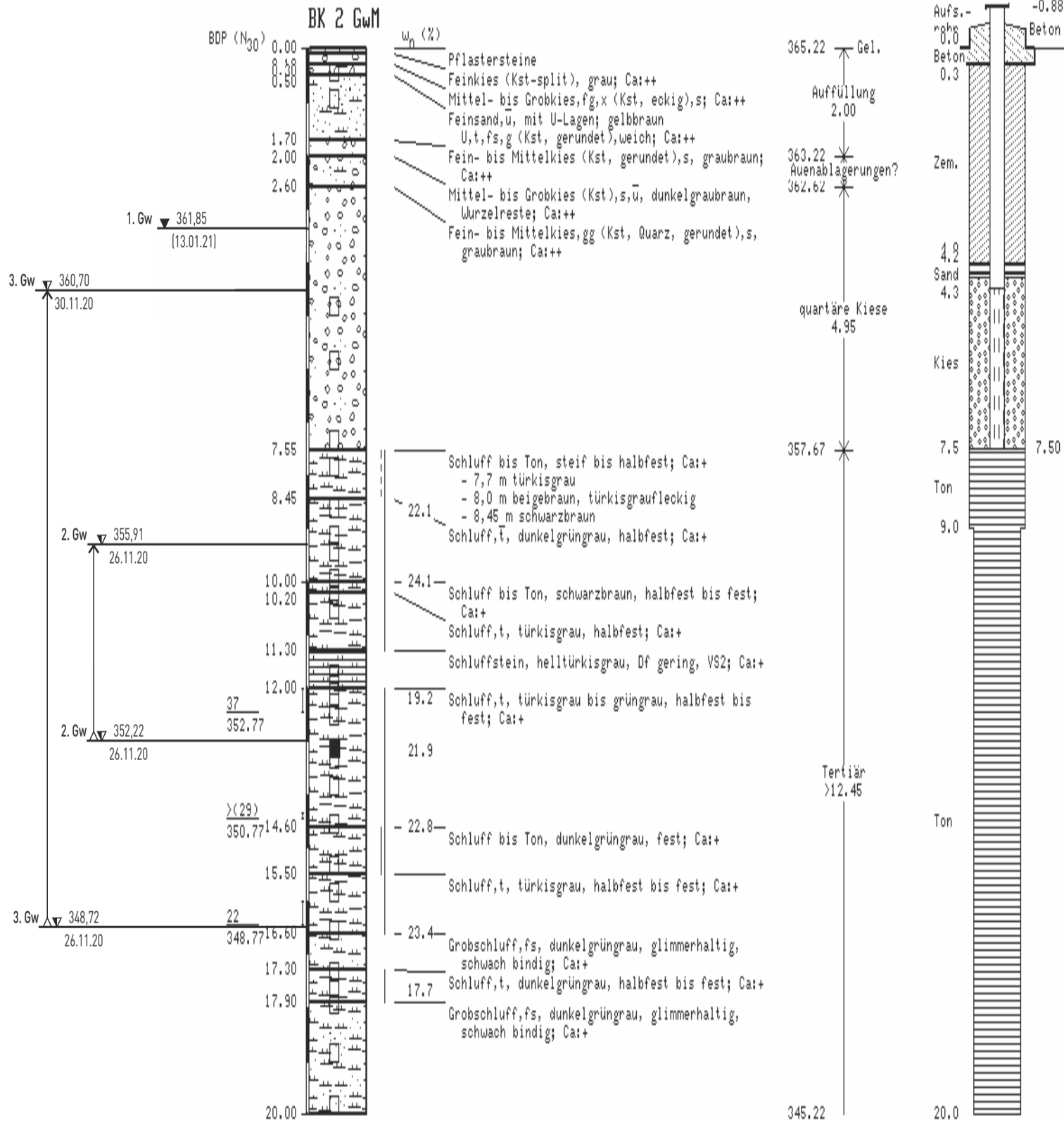
gez. AJ
 gepr. PB

Maßstab
 1:100



TK 25: 7234 Ingolstadt
 R ≈ 44 58 909 / H ≈ 54 02 593
 Lage siehe auch Anlage 1.2
 Ansatzhöhe: 365.22 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Fa. Drillexpert
 vom: 26.11.-30.11.20
 aufgenommen: Dipl.-Geol. P. Brühl/S&P
 G: S&P AUFTR 20'20144' BK02.bpr; 21.01.2021



Schichtenfolge der Kernbohrung
 BK 2 GwM

gez. AJ
 gepr. PB

Maßstab
 1:100

Bohrverfahren:

- 20,0 m Rammkernbohrung ø 140 mm
- 9,0 m Hilfsverrohrung ø 273 mm
- 20,0 m Hilfsverrohrung ø 178 mm

Bodenproben: 0,6 m; 1,1 m; 8,0 m; 8,8 m; 9,3 m;
 9,6 m; 10,1 m; 10,4 m; 10,7 m; 11,9 m; 12,1 m;
 12,3 m; 12,7 m; 13,5 m; 14,0 m; 14,7 m; 15,5 m;
 16,0 m; 16,7 m; 17,5 m; 17,8 m; 18,1 m; 19,0 m;
 20,0 m

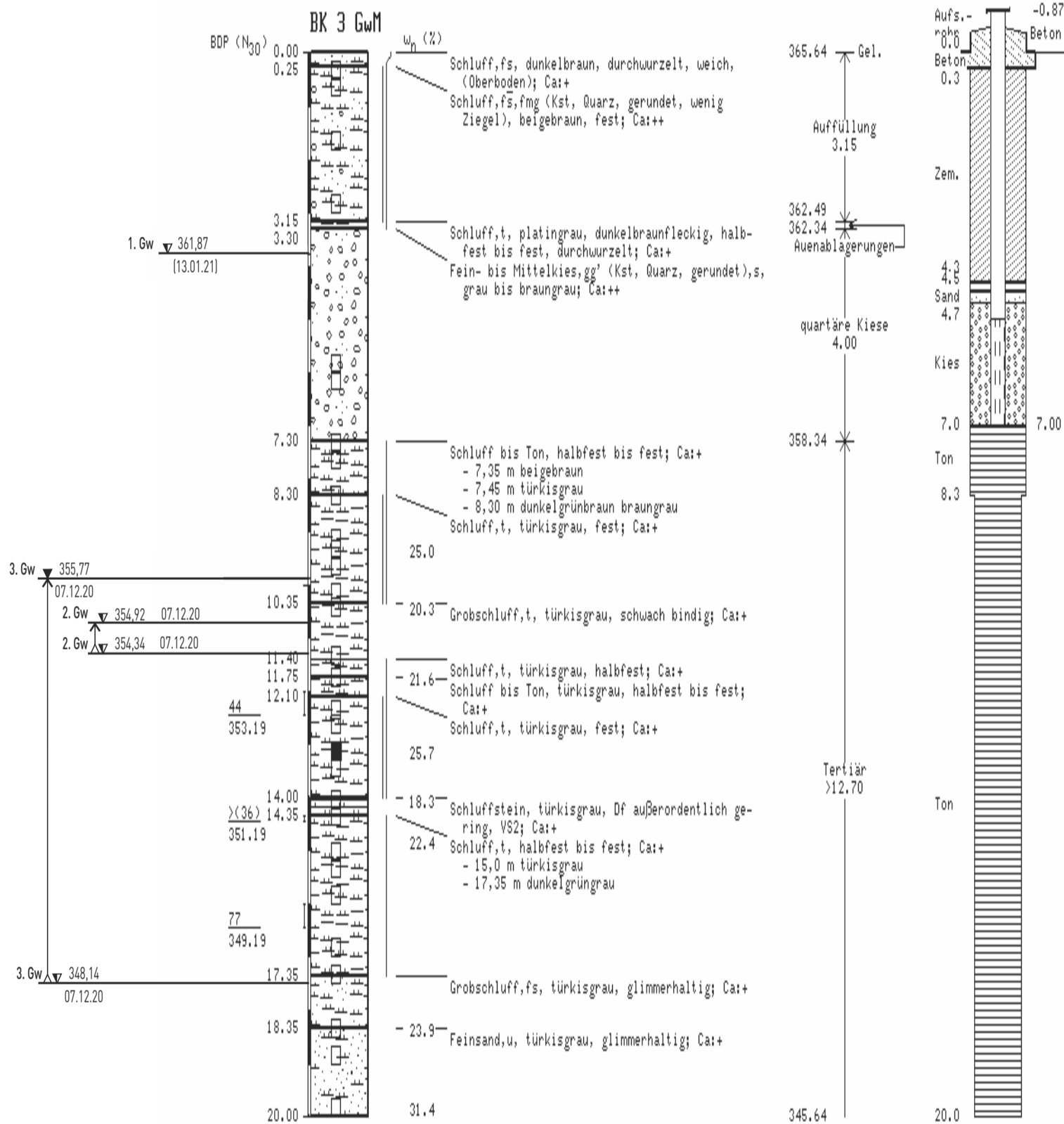
Eimerproben: 4,0-5,0 m; 5,0-6,0 m; 6,0-7,5 m
 Sonderproben: 13,0-13,3 m
 Geruch unauffällig

1. Gw angetroffen bei 4,0 m u. Gel. (26.11.20, 10:30h)
 nach 10 Min. angestiegen auf 3,69 m u. Gel.
 Ruhewasserspiegel bei 4,25 m u. ROK (13.01.21)
2. Gw angetroffen bei 13,0 m u. Gel. (26.11.20, 14:50h)
 eingespiegelt bei 9,31 m u. Gel. (26.11.20, 15:05h)
3. Gw angetroffen bei 16,5 m u. Gel. (26.11.20, 16:35h)
 eingespiegelt bei 4,52 m u. Gel. (30.11.20, 7:45h)

BDP 12,00 m - 12,45 m: 17/14/23
 14,33 m - 14,45 m: 29/50/00 (12 cm)
 16,00 m - 16,45 m: 18/11/11

TK 25: 7234 Ingolstadt
 R ≈ 44 58 868 / H ≈ 54 02 533
 Lage siehe auch Anlage 1.2
 Ansatzhöhe: 365,64 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Fa. Drilllexpert
 vom: 03.12.-08.12.20
 aufgenommen: Dipl.-Geol. P. Brühl/S&P
 G: 'S&P' AUFTR 20' 20144' BK03.bpr; 21.01.2021



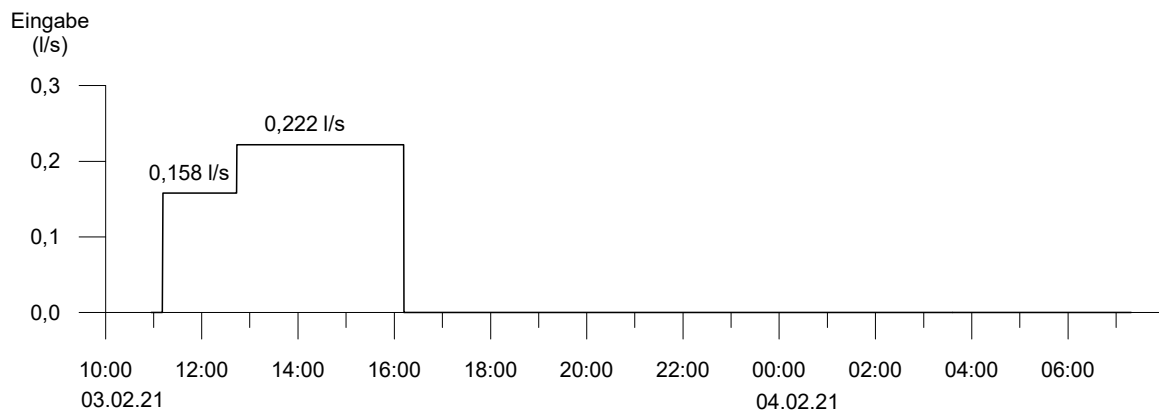
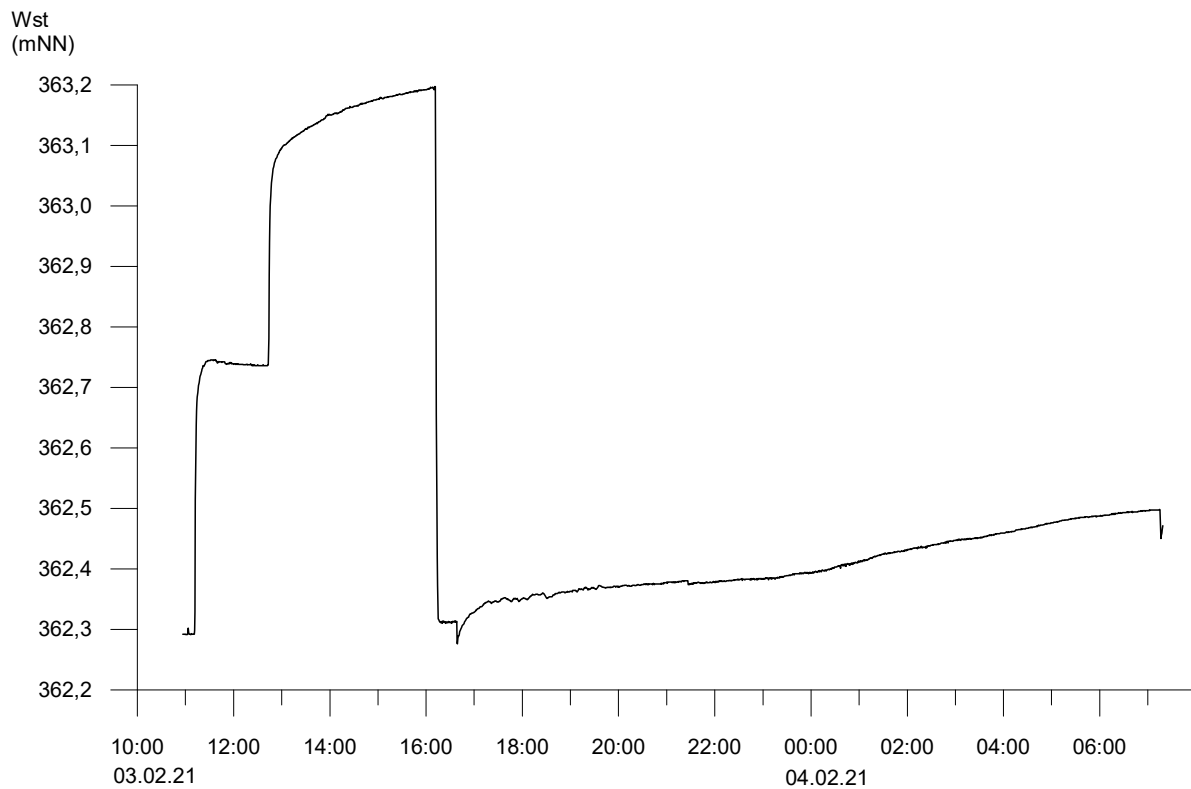
Schichtenfolge der Kernbohrung
 BK 3 GwM

gez. AJ
 gepr. PB

Maßstab
 1:100

Bohrverfahren:
 - 20,0 m Rammkernbohrung Ø 140 mm
 - 8,3 m Hilfsverrohrung Ø 273 mm
 - 20,0 m Hilfsverrohrung Ø 178 mm
 Bodenproben: 0,5 m; 0,8 m; 1,8 m; 3,0 m; 7,5 m;
 7,8 m; 8,5 m; 9,3 m; 9,5 m; 9,8 m; 10,3 m;
 10,6 m; 11,5 m; 11,9 m; 12,5 m; 12,8 m; 13,6 m;
 14,2 m; 14,5 m; 15,2 m; 15,5 m; 16,0 m; 17,0 m;
 17,5 m; 18,5 m; 19,0 m; 20,0 m
 Eimerproben: 5,0-6,0 m; 6,0-6,3 m
 Sonderproben: 13,0-13,3 m
 Geruch unauffällig
 1. Gw angetroffen bei 4,0 m u. Gel. (03.12.20, 16:50h)
 angestiegen auf 3,95 m u. Gel. (07.12.20, 07:35h)
 Ruhewasserspiegel 4,64 m u. ROK (13.01.21)
 2. Gw angetroffen bei 11,3 m u. Gel. (07.12.20, 11:50h)
 nach 15 Min. angestiegen auf 10,72 m u. Gel.
 3. Gw angetroffen bei 17,5 m u. Gel. (07.12.20, 15:40h)
 eingespiegelt bei 9,87 m u. Gel. (07.12.20, 16:00h)

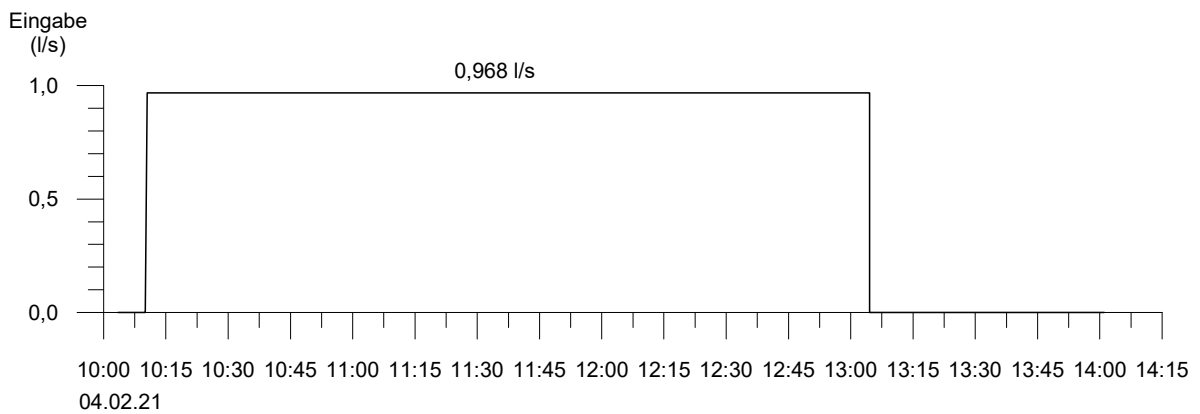
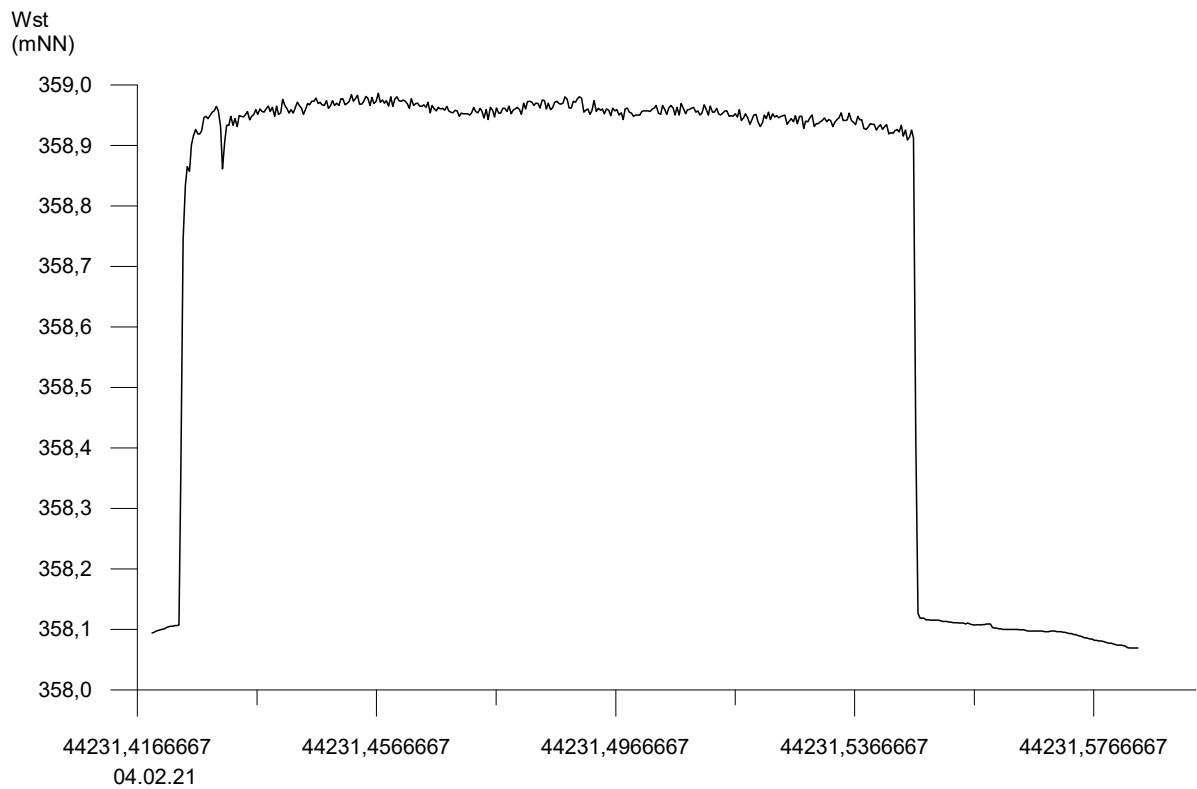
BDP 12,00 m - 12,45 m: 23/24/20
 14,33 m - 14,45 m: 36/50/00 (12 cm)
 16,00 m - 16,45 m: 29/36/41



G:\s&p\AUFR20\20144\Anlagen\d - Hydrogeologischer Bericht\20144-BK2.grf

Wasserstandsverlauf und Eingaberaten BK 2 GwM (Quartär)
vom 03.02.21, 10:56 Uhr bis 04.02.21, 7:18 Uhr

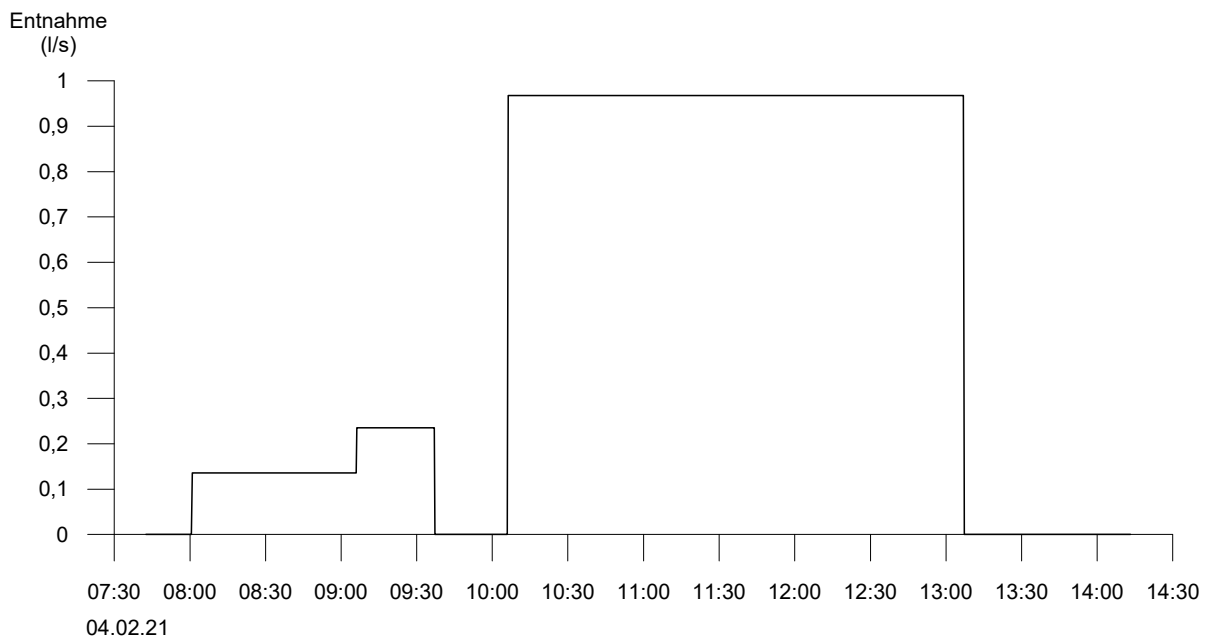
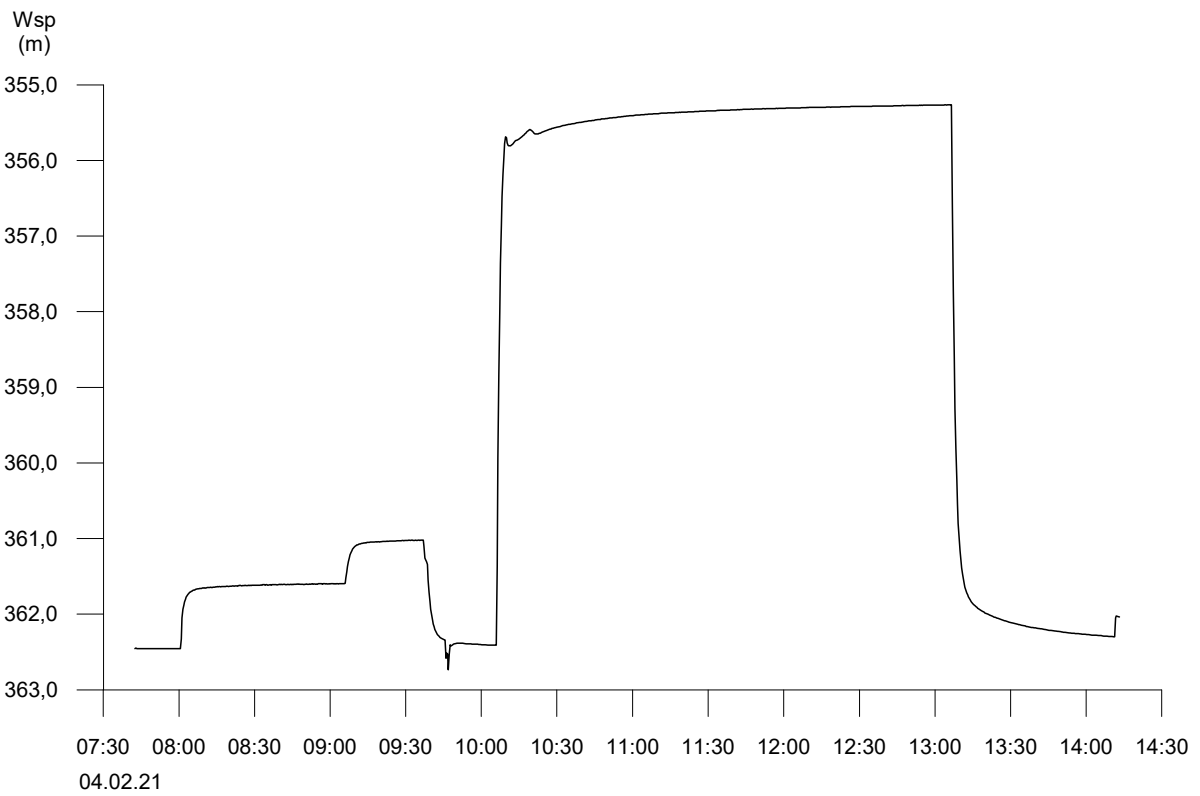
gez. ks
gepr. LK



G:\s&p\AUFR20\20144\Anlagen\d - Hydrogeologischer Bericht\20144-BK3-2.Versuch.grf

Wasserstandsverlauf und Eingaberaten BK 3 GwM (Quartär):
am 04.02.21, von 10:03 Uhr bis 14:01 Uhr

gez. ks
gepr. LK



G:\s&p\AUFR20\20144\Anlagen\d - Hydrogeologischer Bericht\20144-BK1-PV4_Wsp_Q.grf

Wasserstandsverlauf und Eingaberaten
BK 1 am 04.02.21 von 7:42 Uhr bis 14:13 Uhr

gez. ks
gepr. LK

Analysenergebnisse der Gw-Beprobung am 03.02.21
(Prüfbericht 2102065 der Analytik-Team GmbH)

(2 Blatt)

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 2102065

Analytik im Wasser

Auftraggeber: Smolczyk & Partner GmbH, Untere Waldplätze 14, 70569 Stuttgart
Projekt: 20-144 Ingolstadt, Südliche Ringstraße: Volksbank
Projektbearbeiter: Herr Jud
Probenahme: 03.02.2021 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 09.02.- 12.02.2021

Untersuchungsbefund:

Parameter	BK 1	BK 3	Dimension
Farbe	farblos	farblos	---
Trübung	klar	klar	---
Geruch	geruchlos	geruchlos	---
pH-Wert	7,5	7,1	---
Temperatur	18	18	°C
elektr. Leitfähigkeit bei 25°C	520	1300	µS/cm
SAK-254	< 0,10	0,65	m ⁻¹
SAK-436	< 0,10	< 0,10	m ⁻¹
Sauerstoff	1,1	2,5	mg/l
Säurekapazität bis pH 4,3	5,5	8,7	mmol/l
Gesamthärte	17	28	°dH
Calcium	75	150	mg/l
Magnesium	26	30	mg/l
Natrium	5,2	75	mg/l
Kalium	1,4	7,6	mg/l
Eisen	< 0,025	< 0,025	mg/l
Mangan	0,061	0,081	mg/l
Ammonium	< 0,050	< 0,050	mg/l
Phosphat	< 0,050	< 0,050	mg/l
Bor	< 0,10	< 0,10	mg/l
Sulfat	14	58	mg/l
Nitrat	< 2,0	23	mg/l
AOX	< 0,010	0,12	mg/l
DOC	< 1,0	1,8	mg/l
Hydrogencarbonat	340	530	mg/l

Farbe: DIN EN ISO 7887 (C1) : 1994-12
 Geruch: DEV B 1/2 : 1971
 Elektr. Leitfähigkeit: DIN EN 27888 : 1993-11
 Säure-/Basenkapazität: DIN 38409 H 7 : 2005-12
 Gesamt-/Karbonathärte: DIN 38409 H 6 : 1986-01
 Ammonium: DIN 38406-E 5-1 : 1983-10
 SAK-254: DIN 38404 C 3 : 2005-07
 Phosphat: DIN EN ISO 6878 : 2004-09
 DOC: DIN EN 1484 : 1997-08

Trübung: DIN EN ISO 7027 (C2) : 2000-04
 pH-Wert: DIN EN ISO 10523 : 2012-04
 Sauerstoff: DIN EN 25814
 Metalle: DIN EN ISO 11885 : 2009-09
 Chlorid/Nitrat/Sulfat: DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
 Hydrogencarbonat: DIN 38409 H 7 : 2005-12
 SAK-436: DIN EN ISO 7887 : 2012-04
 AOX: DIN EN ISO 9562 : 2005-02

Trübung: DIN EN ISO 7027 (C2) : 2000-04
 pH-Wert: DIN EN ISO 10523 : 2012-04
 Sauerstoff: DIN EN 25814
 Metalle: DIN EN ISO 11885 : 2009-09
 Chlorid/Nitrat/Sulfat: DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
 Hydrogencarbonat: DIN 38409 H 7 : 2005-12
 SAK-436: DIN EN ISO 7887 : 2012-04
 AOX: DIN EN ISO 9562 : 2005-02

Probenahme
und
Erstellung
von
Analysen

auf den
Gebieten
Wasser, Boden,
Luft, Abfall,
Altlasten und
Klärschlamm

ANALYTIK-TEAM
GmbH



Daimler Str. 6
70736 Fellbach-
Oeffingen
Tel. 07 11/95 19 42-0
Fax 07 11/95 19 42-42
info@analytik-team.de
www.analytik-team.de

Prüfbericht: 2102065

Analytik im Wasser

Auftraggeber: Smolczyk & Partner GmbH, Untere Waldplätze 14, 70569 Stuttgart
Projekt: 20-144 Ingolstadt, Südliche Ringstraße: Volksbank
Projektbearbeiter: Herr Jud
Probenahme: 03.02.2021 durch Auftraggeber
Bearbeitungszeitraum: 09.02.- 12.02.2021

Untersuchungsbefund:

Parameter	BK 1	BK 3	Dimension
pH-Wert	7,5	7,1	---
Temperatur	18	18	°C
KMnO ₄ -Verbrauch	1,5	1,9	mg/l
Ammonium	< 0,050	< 0,050	mg/l
Calcium	75	150	mg/l
Magnesium	26	30	mg/l
Gesamthärte	17	28	°dH
Kalklösende Kohlensäure	< 15	< 15	mg CO ₂ /l
Chlorid	< 3,0	120	mg/l
Sulfat	14	58	mg/l
Sulfid	< 0,10	< 0,10	mg/l
Beurteilung nach DIN 4030	Nicht angreifend	Nicht angreifend	---

pH-Wert: DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Ammonium: DIN 38406-E 5-1 : 1983-10
Kalklösende Kohlensäure: DIN 38404 C 10 : 2012-02
Sulfid: DIN 38405 D 27 : 1992-07

KMnO₄-Verbrauch: DIN EN ISO 8467 : 1995-05
Calcium/Magnesium: DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Chlorid/Sulfat: DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07
Gesamthärte: DIN 38409 H 6 : 1986-01

Parameter	BK 1	BK 3	Dimension
pH-Wert	7,5	7,1	---
Temperatur	18	18	°C
c (Ca ²⁺)	1,9	3,8	mol/m ³
Säurekapazität bis pH 4,3	5,5	8,7	mol/m ³
c (Cl ⁻) + 2*c (SO ₄ ²⁻)	0,38	4,6	mol/m ³

pH-Wert: DIN EN ISO 10523 : 2012-04
Säurekapazität: DIN 38409 H 7 : 2005-12

Calcium: DIN EN ISO 11885 : 2009-09
Chlorid/Sulfat: DIN EN ISO 10304-1 : 2009-07

Probeninformationen:

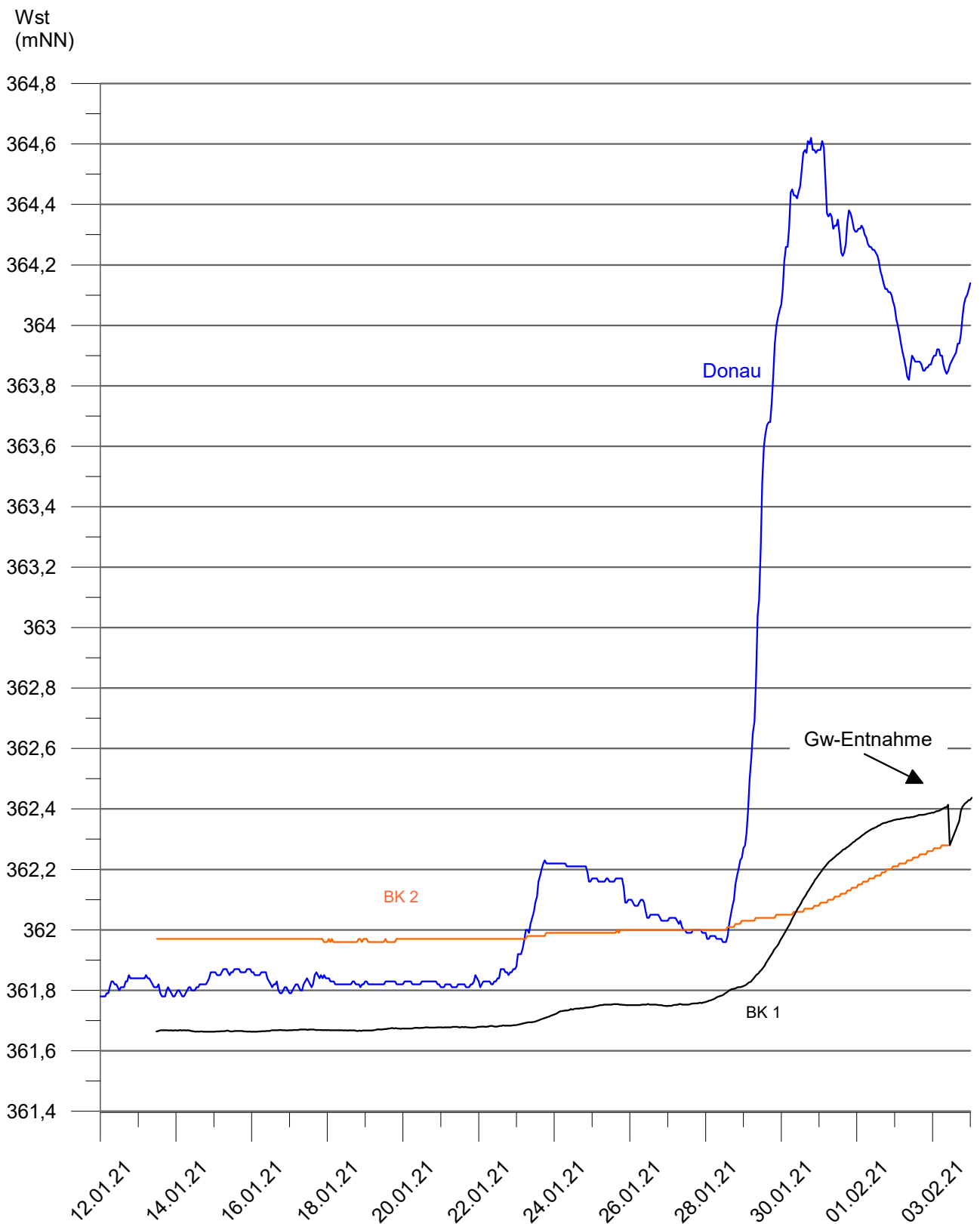
Probenbezeichnung:	BK 1	BK 3
Labornummer:	2102065-1	2102065-2
Matrix:	Wasser	Wasser
Probenbehälter:	3 x 1l Glasflasche + 1l PE-Flasche + 2 x 0,25l Glasschliffflasche	3 x 1l Glasflasche + 1l PE-Flasche + 2 x 0,25l Glasschliffflasche
Probenmenge:	4,5l	4,5l

Anmerkung: Die im Prüfbericht aufgeführten Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die auszugsweise Vervielfältigung, ohne unsere schriftliche Genehmigung, ist nicht zulässig. Prüfberichte berücksichtigen die aktuellen Normforderungen der DIN EN ISO 17025:2005.

Fellbach, den 12. Februar 2021
Analytik-Team GmbH
i.V.



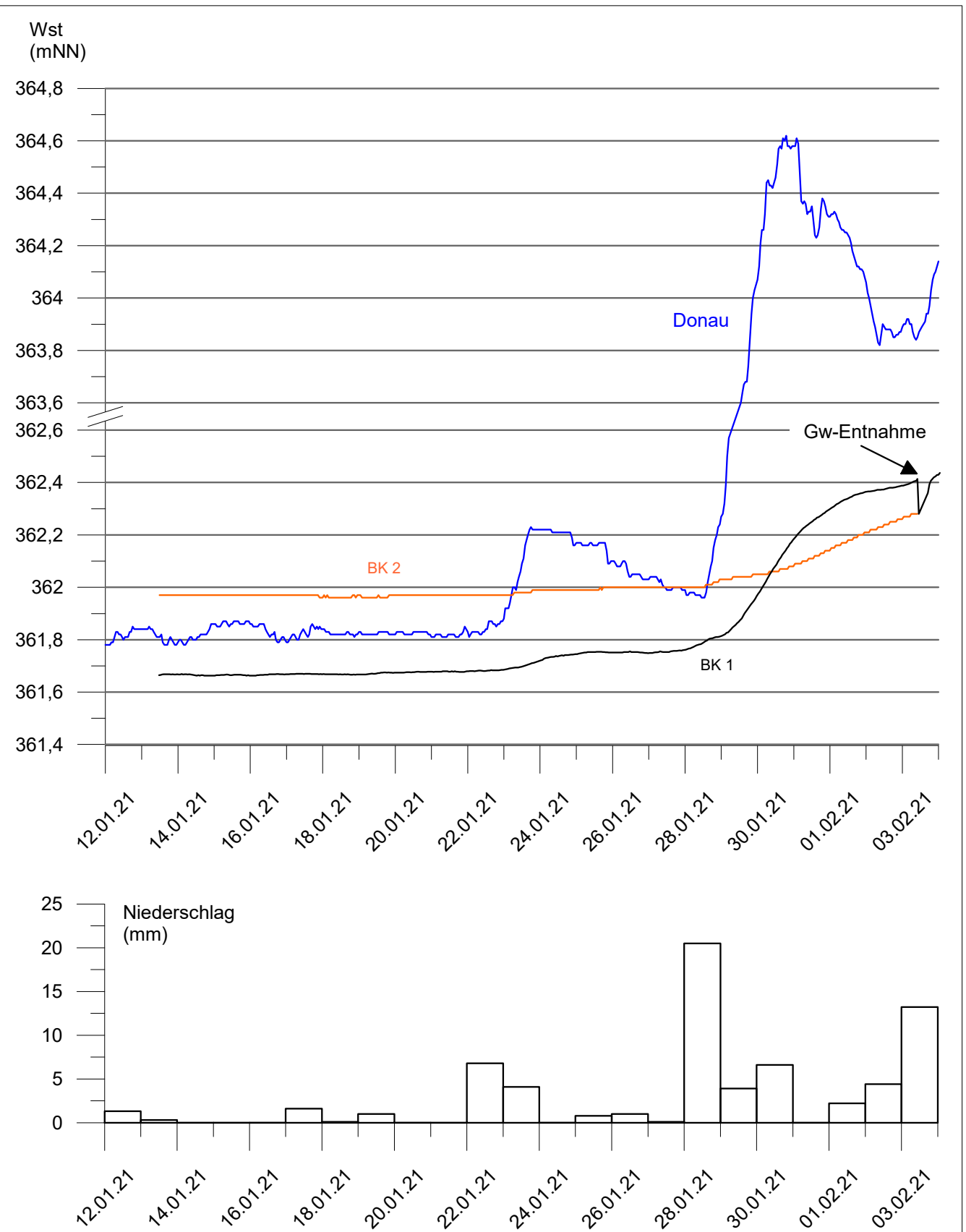
Dieses Dokument wurde elektronisch erstellt und ist auch ohne Unterschrift gültig.



G:\s&p\AUFR20\20144\Anlagen\d - Hydrogeologischer Bericht\20144-BK1-BK2-Donau.grf

Grundwasserstände BK 2 (Quartär) und BK 1 (Tertiär) und Wasserstände Donau
 Pegel Luitpoldstraße vom 13.01.21 bis 03.02.21

gez. ks
 gepr. LK



G:\s&p\AUFR20\20144\Anlagen\d - Hydrogeologischer Bericht\20144-BK1-Logger-BK2-Aquitronic_WspmNN_Donau.grf

Grundwasserstände BK 2 (Quartär) und BK 1 (Tertiär) vom 13.01.21 bis 03.02.21,
Wasserstände Donau Pegel Luitpoldstraße, Niederschlagstages-Σ Station Kösching

gez. ks
gepr. LK

