

GERMAN GEO SERVICES

DANNBERGER WEG 12 91093 NIEDERLINDACH TEL 09135-722542 FAX 09135-722543

**GEOPHYSIKALISCHE BOHRLOCHMESSUNGEN
IM
BRUNNEN B II ILMMÜNSTER
ILMMÜNSTER
BAYERN**

Datum: 09.05.2022

Auftraggeber: Gemeinde Ilmünster

**BRG GmbH
D-84172 Buch am Erlbach**

Projekt: Brunnenregenerierung

Dannberger Weg 12 91093 Niederlindach
Telefon: 09135- 722542
Telefax: 09135 - 722543

Sandstr. 14 91233 Neunkirchen am Sand
Telefon: 09123 - 74363

E-Mail: germangeoservices@t-online.de

Bohrlochvermessung
Geoelektrik
Magnetotellurik
Magnetik
Gravimetrie
Geodätische Vermessung

GEOPHYSIKALISCHE BOHRLOCHVERMESSUNGEN MESSBERICHT

1. Allgemeines

1.1 Vorgang

Im Auftrag der Gemeinde Ilmünster, veranlasst durch die Firma BRG Brunnenregenerierungs und Brunnenprüfdienst GmbH, Buch am Erlbach, wurden am 09.05.2022 im Brunnen B II Ilmünster geophysikalisch-produktionstechnische Messungen im Projekt Brunnenregenerierung durchgeführt. Einzelheiten der Brunnenbohrung sind den beigefügten graphischen Darstellungen der Messergebnisse zu entnehmen.

1.2 Angaben zur Bohrung

Bohrung Nr.	:	Brunnen B II Ilmünster
Messdatum	:	10.05.2022
Rechtswert	:	ca. 4462716 (GK4) bzw. ca. 32U 684289 (UTM)
Hochwert	:	ca. 5372243 (GK4) bzw. ca. 32U 5373417 (UTM)
Höhe HN / NN	:	ca. 448,09 (GOK)
Bohrendteufe	:	126,50 m (GOK) 119,50 m (Ausbau)
Messendteufe	:	119,40 m (BOK)

1.3 Messprogramm

Das Messprogramm war im Vorfeld festgelegt und wurde entsprechend ausgeführt. Es bestand am 09.05.2022 aus den Messverfahren:

- GR Gamma Ray
- TEMP Temperatur in Ruhe u. Prod. 17,00 l/s
- SAL Salinität in Ruhe u. Prod. 17,00 l/s
- FLOW Flowmeter in Ruhe u. Prod. 17,00 l/s
- P.FLOW Packerscheiben-Flowmeter im Ruhezustand
- WP Horizontierte Wasserprobenahme

Die für die Durchführung der produktionstechnischen Messungen notwendige Pumpausrüstung mit induktiver Durchflussmessung wurde von BRG bereitgestellt, sowie ein- und ausgebaut.

1.4 Bemerkungen

Sämtliche Messungen wurden vereinbarungsgemäss auf den Brunnenkopf BOK (offener Brunnenflansch) bezogen. BOK liegt 2,61 m unter der offenen Schachtabdeckung SOK. Die Oberkante des Hagulit-Ausbaus DN 400 befindet sich 0,50 m unterhalb BOK. Die ursprüngliche Geländeoberkante GOK befand sich vermutlich ca. 0,61 m unterhalb SOK bzw. ca. 2,00 m über BOK. Die Messendteufe wurde bei 119,40 m unter BOK erreicht und entspricht somit auch der Ausbauendteufe. Der Ruhewasserspiegel wurde bei 11,17 m unter BOK angetroffen. Während der Messungen im Förderbetrieb mit 17,00 l/s wurde eine maximale Absenkung auf annähernd konstante 14,63 m unter BOK aufgezeichnet.

Anlagen: 4 Übersichts-Ausdrucke der Messergebnisse, DIN A4, farbig
 4 Einzel-Ausdrucke im Feldplotformat, M 1:200, farbig
 1 Ausdruck der stationären Gamma-Statistik-Messungen, 2 min
 1 GW-Monitoring-Diagramm (Kurzpumpversuch), DIN A4, farbig
 1 Gesamtdarstellung (Composite-Log) aller Messergebnisse, M 1:200, farbig

2. Zur Interpretation der Messungen

2.1 Gamma Ray Log (GR)

Das GR-Log zeigt einen differenzierbaren Verlauf, der lokalen Geologie (vorwiegend Tone und Feinsande) entsprechend, jedoch nur relativ geringe Amplitudenunterschiede. Das zugehörige Bohrprofil erscheint jedoch nachvollziehbar und auch die Teufenlagen sind in etwa stimmig. Die verwendete Gammasonde ist in API-Einheiten geeicht, ca. 140 -200 API entsprechen hierbei reinem Ton. Zur Ermittlung der statistischen Schwankungsbreite der natürlichen Gammastrahlung wurden zwei stationäre Messungen über je zwei Minuten bei 2,00 m unter BOK und bei Messendteufe 119,30 m unter BOK durchgeführt (siehe zugehöriger Ausdruck). Die gemessenen Strahlungsintensitäten liegen bei minimal 10 API, maximal 40 API und bewegen sich im Mittel um 19 API. Die zugehörigen Messdiagramme zeigen die Gammamessungen zusätzlich in einer Image-Darstellung. Dabei sind die gleichen Messdaten in ein Farbspektrum umgewandelt. Je dunkler die Farben, desto höher ist der vorhandene Tonanteil. Die Schichtenfolgen können dadurch etwas deutlicher unterschieden werden. Das in die Darstellungen übernommene Bohrprofil entstammt dem Ausbauplan. Die zugehörigen Beschreibungen sind hier jedoch nur ab 31,90 m unter GOK vorhanden.

2.3 Produktionstechnische Messungen

Gemessen wurden die Temperatur (TEMP), die Leitfähigkeit (SAL) und die vertikalen Fliessraten (Flowmeter), jeweils in Ruhe und bei Förderung. Der Einlauf der U-Pumpe befand sich bei ca. 22,00 m unter BOK. Die Förderleistungen wurden mittels induktivem Durchflussmesser gemessen und geregelt. Der Ruhewasserspiegel lag bei 11,17 m unter BOK. Während der Messungen mit 17,00 l/s wurde eine maximale Absenkung auf annähernd konstante 14,63 m unter BOK erreicht. Zur Sicherstellung der Reproduzierbarkeit / Qualitätskontrolle der Messdaten wurden die Flowmessungen mehrfach wiederholt. Die dabei repräsentativsten Messergebnisse wurden in die graphischen Darstellungen übernommen.

2.3.1 Temperatur (TEMP)

Die Ruhewerte der Temperatur liegen am Wasserspiegel bei 11,65 °C: Sie fallen zunächst sehr steil und dann zunehmend abflachend bis auf 11,02 °C bei ca. 30,00 m unter BOK. Im Anschluss steigen die Werte bis ca. 39,00 m unter BOK minimal auf 11,04 °C und gehen dann bis ca. 43,00 m unter BOK (im Hauptzufluss Z1) auf 11,00 °C zurück. Nach annähernd konstantem Niveau steigen die Werte im Hauptzufluss Z2 bis ca. 54,00 m unter BOK auf 11,09 °C. Bis zur Messendteufe folgt mit diversen kleineren Gradientenänderungen ein tendenziell gleichförmiger Anstieg auf maximal 11,12 °C.

Die Produktionsmessung beginnt von der Bohrlochsohle in Fließrichtung zur U-Pumpe gesehen bei 11,14 °C. Die Werte verlaufen durchwegs geringfügig über den Ruhedaten und zeigen somit die Förderung minimal wärmeren Wassers an. Bei annähernd gleichförmigem Kurvenverlauf erreicht die Wassertemperatur in der Nähe des Pumpeneinlaufs 11,10 °C.

2.3.2 Leitfähigkeit (SAL25)

Die Ruhemessung der el. Leitfähigkeit (SAL25) zeigt am Wasserspiegel 503 µS/cm. Bis ca. 42,00 m unter BOK gehen die Werte relativ stetig auf 457 µS/cm zurück und fallen dann nochmals bis ca. 44,00 m unter BOK (im Hauptzufluss Z1) auf 450 µS/cm. Dieses Messwertniveau bleibt danach bis zur Messendteufe mit diversen kleinen Gradientenänderung in einigen Zuflussbereichen relativ konstant. Im Brunnentiefsten wurden 451 µS/cm gemessen.

Die Produktionswerte liegen von der Brunnensohle in Fließrichtung zur U-Pumpe gesehen bis ca. 43,50 m unter BOK (im Hauptzufluss Z1) durchwegs minimal über den Ruhedaten und zeigen somit die Förderung etwas geringfügig höher mineralisierten Wassers. Ab hier bleibt das Messwertniveau weiter konstant erhalten, die Werte liegen aber unterhalb der Ruhedaten. In Pumpennähe wurden 452 µS/cm aufgezeichnet.

Der gemeinsame Ausdruck enthält die nach EU-Norm EN 27888 auf 25°C korrigierte Leitfähigkeit SAL25 (mathematische Korrektur).

2.3.3 Flowmeter (FLOW)

Die verwendete bidirektionale Flowmetersonde wurde mit speziellen Zentriervorrichtungen zur Führung in der Brunnenachse gefahren. Die für die Quantifizierung notwendige Eichung der Flowmetersonde erfolgte ausschliesslich über eine mehrfache Feldkalibrierung in dem zu untersuchenden Brunnen, da diese stets den sonden-spezifischen Standard-Eichkurven, weil wesentlich genauer, vorzuziehen ist. Die Berechnung der Zuflussanteile erfolgte fahrgeschwindigkeits-kompensiert und unter Berücksichtigung der Ansprech-Schwellwerte (threshold velocities) der verwendeten hochempfindlichen Flowmetersonde.

Die in den Ausdrucken dargestellten Messkurven sind fahrgeschwindigkeits-kompensiert, jedoch zum Nachweis der guten Messqualität nicht zusätzlich gefiltert (d.h. mathematisch geglättet). Ruhe- und Produktionsmessungen wurden, wie bereits oben erwähnt, zur Qualitätssicherung mehrfach gefahren, sämtliche Wiederholungsmessungen bestätigen die Messergebnisse dabei eindeutig. Die Ausdrücke zeigen die Messkurven zusammen mit den gemessenen Fahrgeschwindigkeiten (Ruhemessung = blaue Kurven und Förderung 17,00 l/s = rote Kurven).

Bei nicht vorhandenen vertikalen (eigendynamischen) Strömungen in der Wassersäule, konstantem Durchmesser und konstanter Fahrgeschwindigkeit der Flowmeter-sonde wird allgemein bei der sogenannten Ruhemessung ein ebenfalls sehr konstanter Messwert (Messflügelumdrehungen, gemessen in Umdrehungen pro Sekunde, Einheit ups) aufgezeichnet. Dabei verursacht eine höhere Fahrgeschwindigkeit oder eine Verringerung des Bohrlochdurchmessers eine Erhöhung der Flowmeter-Umdrehungen und eine niedrigere Fahrgeschwindigkeit bzw. ein grösserer Bohrlochdurchmesser hat umgekehrt eine Reduzierung der Flowmeter-Umdrehungen zur Folge. Dieser konstante Messwert ist in der vorliegenden Ruhekurve über die gesamte Messstrecke sehr gut erkennbar und eine eigendynamische Wasserbewegung (z.B. Kurzschluss) somit nicht vorhanden, bzw. messtechnisch nicht nachweisbar.

Die Abschätzungsberechnung der prozentualen Zuflussanteile aus den Flowmetermessungen bei Förderung mit 17,00 l/s (61,200 m³/h) und der Komplexauswertung der anderen Messverfahren ergibt folgende Werte:

Zufluss	Teufe	l/s	%	m ³ /h
Z1 Hauptzufluss 1	ca. 42,8 – 47,0 m	6,87	40,42	24,734
Z2 Hauptzufluss 2	ca. 52,0 – 54,8 m	5,23	30,74	18,817
Z3 Zufluss	ca. 59,6 – 60,7 m	1,70	10,02	6,134
Z4 Zufluss	ca. 67,2 – 68,4 m	1,28	7,57	4,631
Z5 Zufluss	ca. 79,5 – 80,0 m	0,40	2,35	1,438
Z6 Zufluss	ca. 88,4 – 89,2 m	0,53	3,11	1,902
Z7 Zufluss	ca. 103,6 – 104,8 m	0,59	3,46	2,119
Z8 Zufluss	ca. 109,6 – 110,4 m	0,40	2,33	1,425
	Summen:	17,00	100,00	61,200

Weitere Zuflüsse konnten messtechnisch nicht nachgewiesen werden. Alle Messungen bestätigen die Ergebnisse eindeutig.

3.0 Packerscheiben-Flowmetermessungen (P.FLOW)

Die P.FLOW-Messungen wurden im Ruhezustand in beiden Messrichtungen abwärts und aufwärts durchgeführt. Die spezielle Sondenkonstruktion besteht aus einer Impeller-Flowmeter-sonde mit einer dem Brunnendurchmesser angepassten Gummischeibe (hier DN 330 mm) auf dem Niveau des Impellers. Die während der Messfahrt entstehende Wasserverdrängung gibt Aufschluss über die Beschaffenheiten der Filterrohre und des Ringraums und kann auch Schadstellen in Vollrohren sowie undichte Rohrverbindungen nachweisen. Hohe Umdrehungszahlen zeigen allgemein geringe Filterdurchlässigkeiten (Wasser kann nicht in den Ringraum verdrängt werden) und somit starke Kolmationen im Ringraum.

Im vorliegenden Fall können die diversen Vollrohr- und Filterabschnitte sehr gut unterschieden werden. In den Vollrohrbereichen sind die zu erwartenden, höheren Umdrehungszahlen vorhanden und in den Filterbereichen entsprechend deutlich niedrigere. Die markanten Messwertspitzen zeigen die Rohrverbindungen zwischen den überwiegend zwei Meter langen Rohren. Etwas reduzierte Filterdurchlässigkeiten sind durchgängig im zweiten und dritten Filterabschnitt erkennbar.

4.0 Horizontierte Wasserprobennahme (WP)

Die Entnahmeteufen waren vom Auftraggeber mit jeweils einem Liter bei 11,30 m (WP1), 42,00 m (WP2), 60,00 m (WP3) und 85,00 m (WP4) unter BOK vorgegeben.

Die Wasserprobennahme wurde mit einer Spezialsonde für horizontierte Beprobungen durchgeführt. Diese motorisch angetriebene Hightech-Sonde arbeitet nach dem Kolbenpumpenprinzip (Kolbenhub 360 mm) und benötigt daher kein Vakuum im Probengefäß. Der hermetisch geschlossene Behälter wurde nach der Probennahme von der Sonde abgeschraubt und die Wasserprobe entsprechend den Vorgaben in vorbereitete Probengefäße umgefüllt. Der Probennahmebehälter wurde zwischen jeder Probennahme mit destilliertem Wasser gereinigt.

5.0 Grundwasser-Monitoring

Für die Dauer der Messungen während des Förderbetriebs wurde zur Beobachtung des Absenkungsverhaltens ein GGS-Datensammler eingebaut und die Daten (Absenkung und Temperatur) im Minutentakt in Form eines Kurzpumpversuches gespeichert. Die zugehörige GW-Monitoring-Darstellung befindet sich im Anhang.

6.0 Zusammenfassung

Sämtliche Messungen wurden vereinbarungsgemäss auf den Brunnenkopf BOK (offener Brunnenflansch) bezogen. BOK liegt 2,61 m unter der offenen Schachtabdeckung SOK. Die Oberkante des Hagulit-Ausbaus DN 400 befindet sich 0,50 m unterhalb BOK. Die ursprüngliche Geländeoberkante GOK befand sich vermutlich ca. 0,61 m unterhalb SOK bzw. ca. 2,00 m über BOK. Die Messendteufe wurde bei 119,40 m unter BOK erreicht und entspricht somit auch der Ausbauendteufe.

Der Ruhewasserspiegel wurde bei 11,17 m unter BOK angetroffen. Während der Messungen im Förderbetrieb mit 17,00 l/s wurde eine maximale Absenkung auf annähernd konstante 14,63 m unter BOK aufgezeichnet. O.g. acht Zuflussbereiche sind reproduzierbar nachweisbar. Eine Eigendynamik (z.B. Kurzschluss) der Wassersäule ist mit den Flowmetermessungen nicht nachweisbar.

Das Gammalog zeigt relativ gute Korrelierbarkeit mit dem vorhandenen Bohrprofil. Die P.FLOW-Messungen bestätigen die Ausbauangaben. Etwas reduzierte Filterdurchlässigkeiten sind durchgängig in der zweiten und dritten Filterstrecke vorhanden.

GERMAN GEO SERVICES



Peter E. Richert

GERMAN GEO SERVICES

DANNBERGER WEG 12 91093 NIEDERLINDACH TEL. 09135-722542

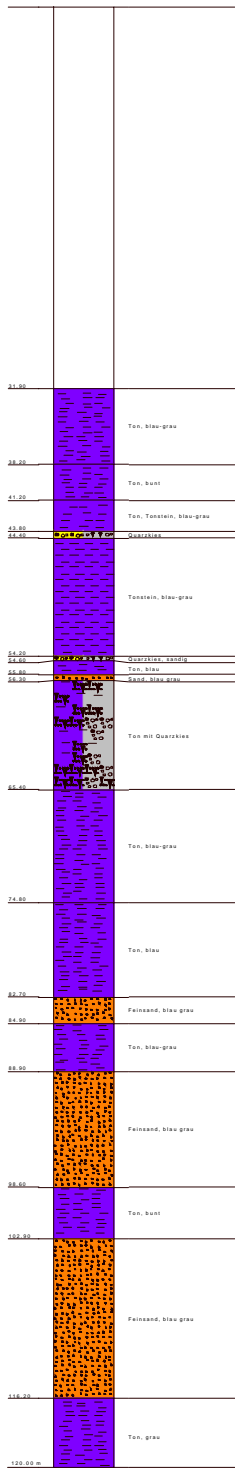
BOHRLOCHVERMESSUNG

Gamma Ray Log (GR)

AUFTRAGGEBER : *Gemeinde Immünster*
 PROJEKT : *Brunnenregenerierung*
 ORT : *Immünster*
 BUNDESLAND : *Bayern*

BOHRUNG-NR. : *B II Immünster*
 DATUM : *09.05.2022*
 MESSAUFTRAG : *B22050901*
 MESSWAGEN : *ERH-PR-116*

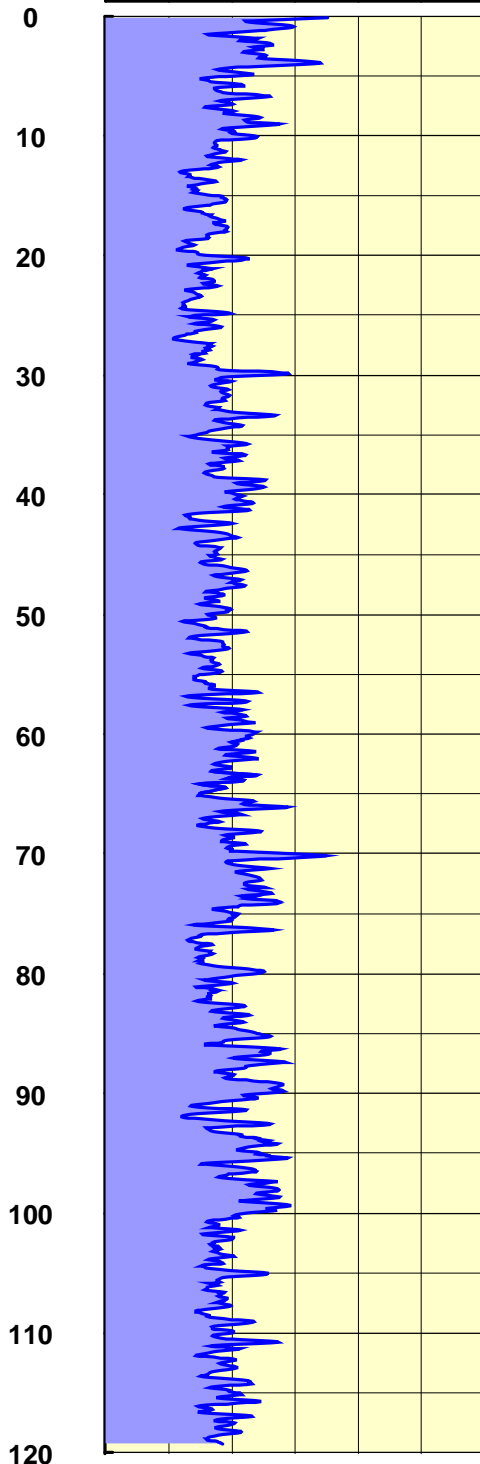
BOHRPROFIL



Bohrprofil gemäss Ausbauplan bezogen auf GOK (- BOK +2,00 m)

GR [API]

0 10 20 30 40 50 60

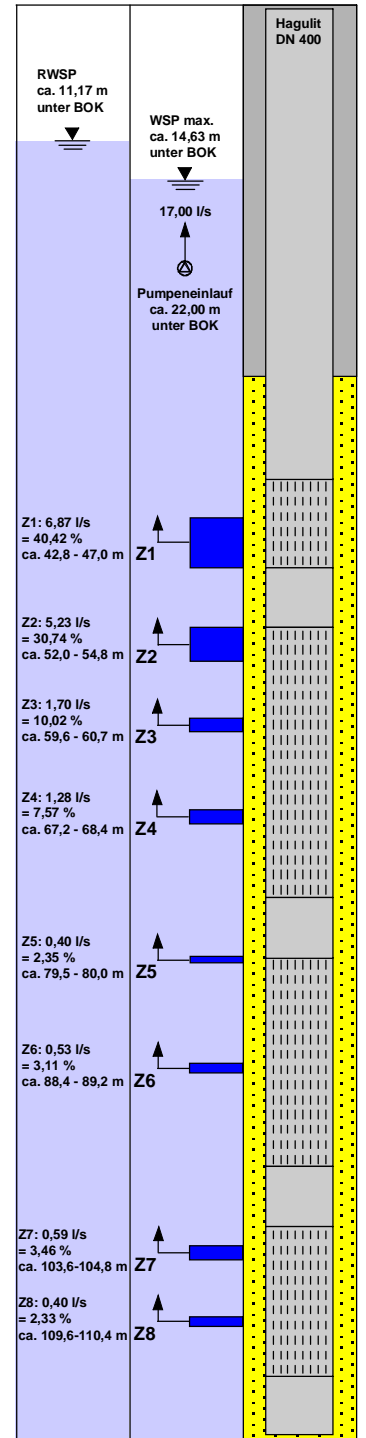


MESSUNG NR.: 3

GR-Image



BEMERK. ZUFLUSS AUSBAU



ET. 119,40 m unter BOK

GERMAN GEO SERVICES

DANNBERGER WEG 12 91093 NIEDERLINDACH TEL. 09135-722542

BOHRLOCHVERMESSUNG

Temperatur Log (TEMP)

Salinometer Log (SAL)

Ruhe und Produktion 17,00 l/s

AUFTRAGGEBER : *Gemeinde Immünster*

BOHRUNG-NR. : **B II Immünster**

PROJEKT : *Brunnenregenerierung*

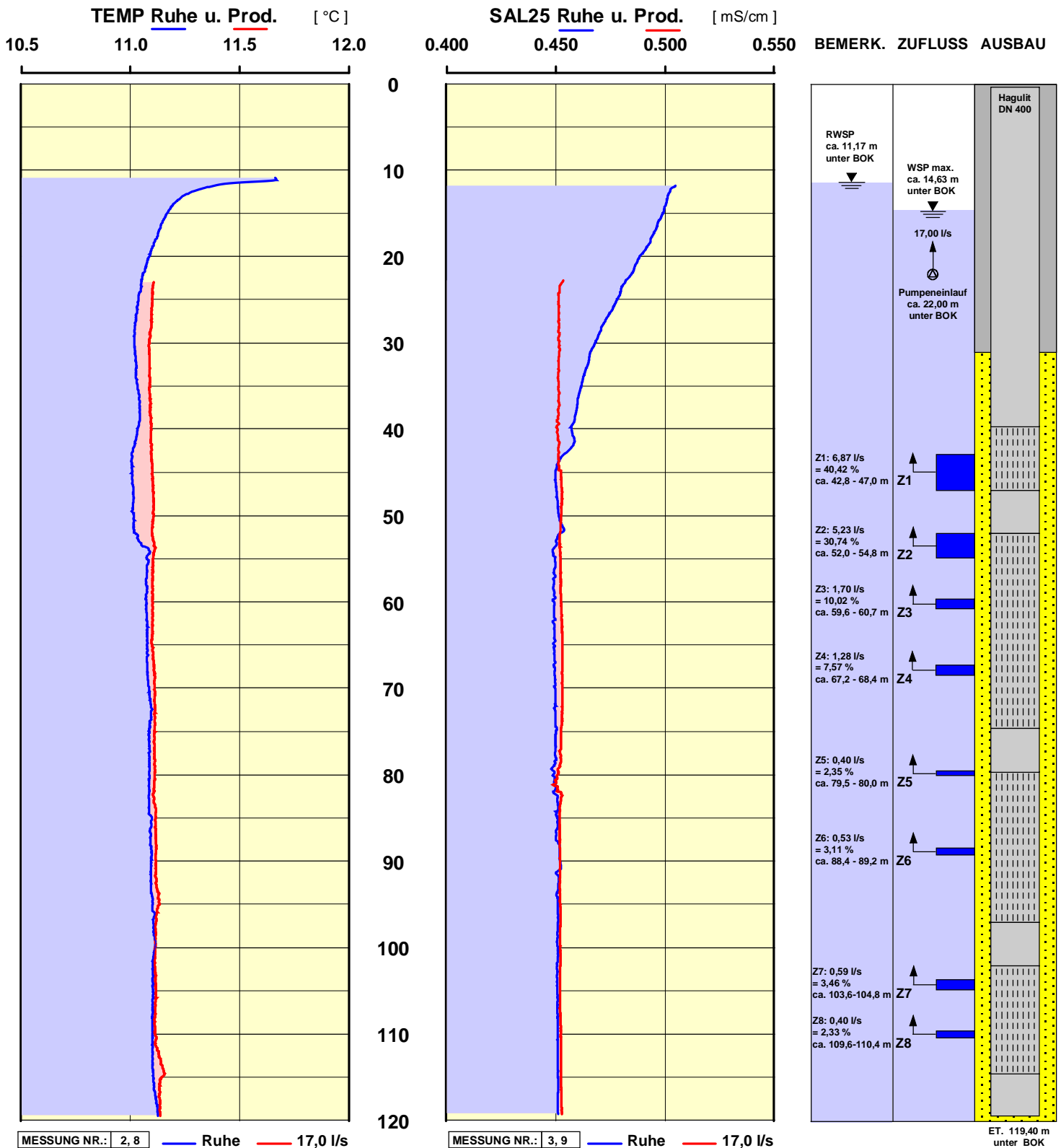
DATUM : *09.05.2022*

ORT : *Immünster*

MESSAUFTRAG : *B22050901*

BUNDESLAND : *Bayern*

MESSWAGEN : *ERH-PR-116*



GERMAN GEO SERVICES

DANNBERGER WEG 12 91093 NIEDERLINDACH TEL. 09135-722542

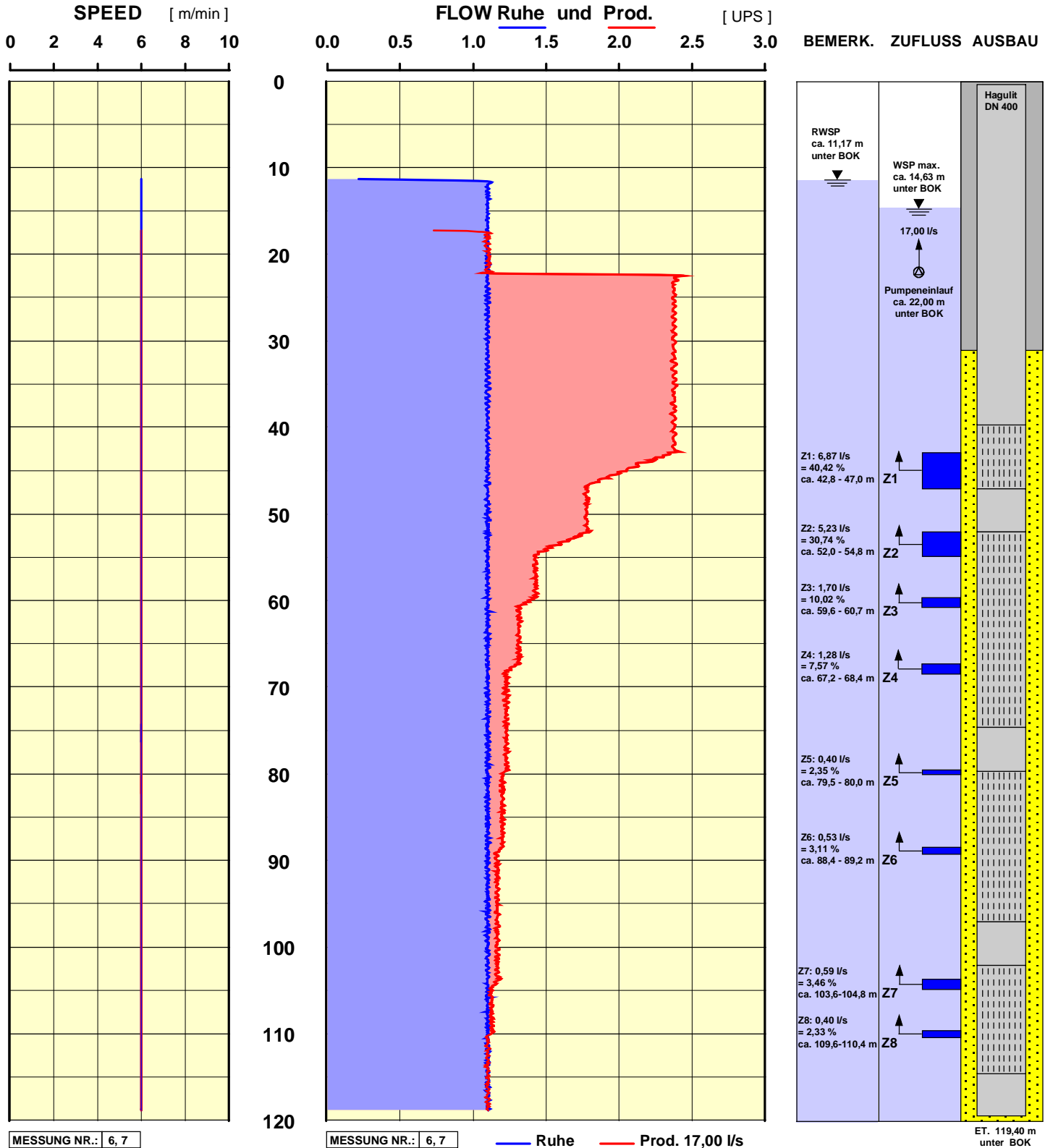
BOHRLOCHVERMESSUNG

Flowmeter Log (FLOW)

Ruhe und Produktion 17,00 l/s

AUFTRAGGEBER :
 PROJEKT :
 ORT :
 BUNDESLAND :

BOHRUNG-NR. :
 DATUM :
 MESSAUFTRAG :
 MESSWAGEN :



GERMAN GEO SERVICES

DANNBERGER WEG 12 91093 NIEDERLINDACH TEL. 09135-722542

BOHRLOCHVERMESSUNG

Packerscheiben-Flowmeter

Messungen im Ruhezustand

AUFTRAGGEBER : *Gemeinde Immünster*

PROJEKT : *Brunnenregenerierung*

ORT : *Immünster*

BUNDESLAND : *Bayern*

BOHRUNG-NR. : **B II Immünster**

DATUM : *09.05.2022*

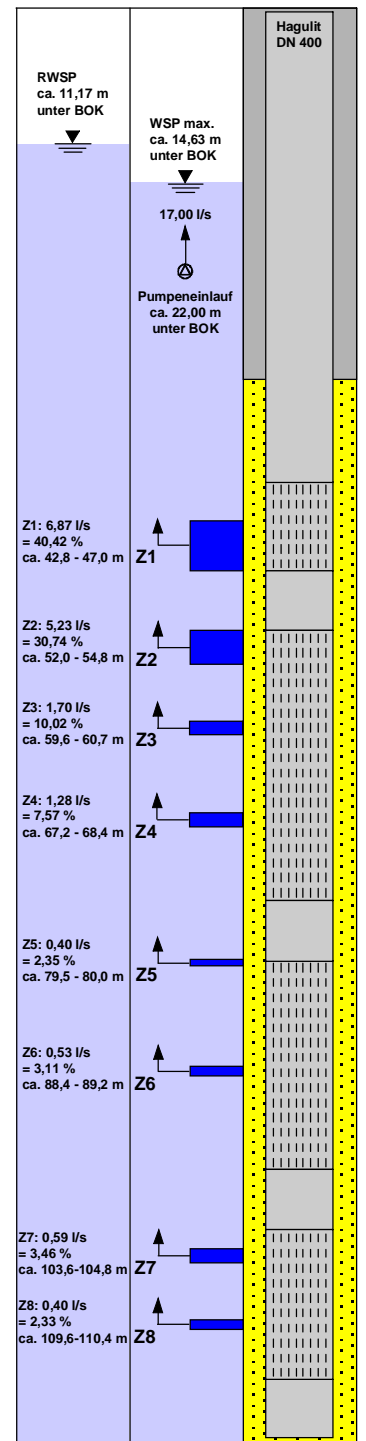
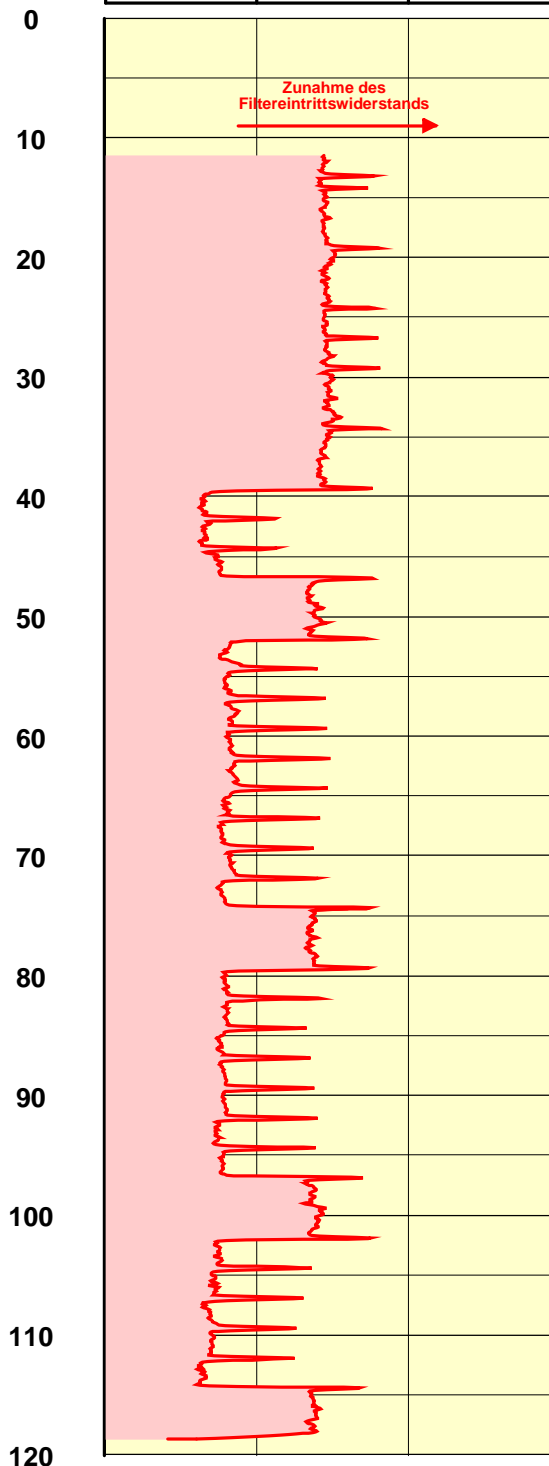
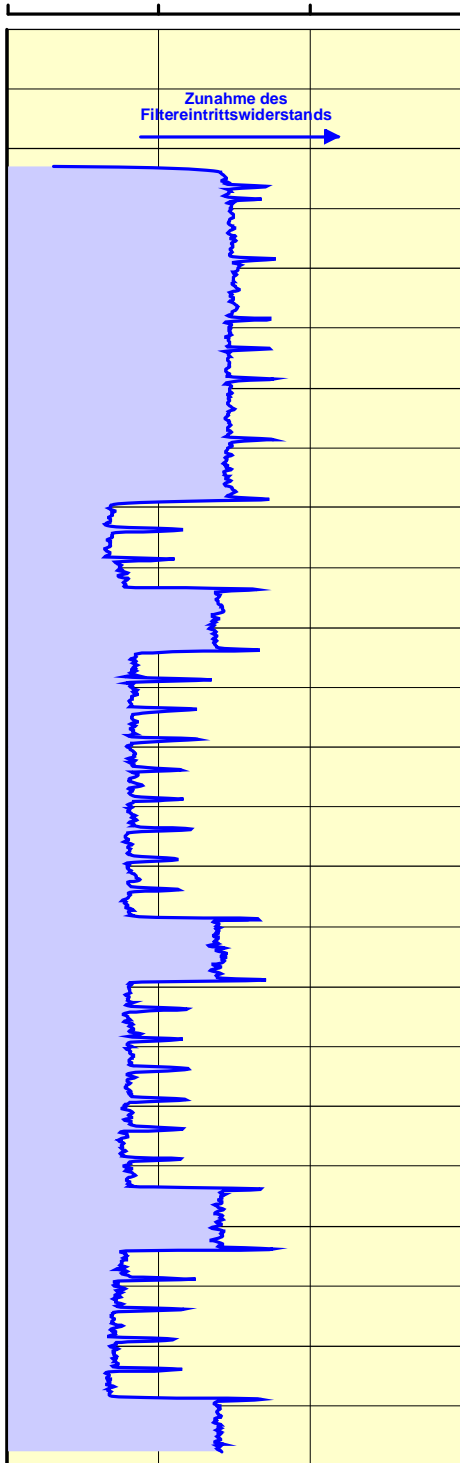
MESSAUFTRAG : *B22050901*

MESSWAGEN : *ERH-PR-116*

P.FLOW dn [ups]
2.0 4.0 6.0 8.0

P.FLOW up [ups]
2.0 4.0 6.0 8.0

BEMERK. ZUFLUSS AUSBAU



MESSUNG NR.: 4

— abwärts

MESSUNG NR.: 5

— aufwärts

ET. 119,40 m unter BOK

GERMAN GEO SERVICES

DANNBERGER WEG 12 91093 NIEDERLINDACH TEL. 09135-722542

BOHRLOCHVERMESSUNG

BOHRUNG-NR. : **Brunnen II Ilmünster**
 TYP : **Trinkwasserbrunnen**
 AUFTRAGGEBER : **Gemeinde Ilmünster**
 PROJEKT : **Brunnenregenerierung**
 ORT : **Ilmünster**
 BUNDESLAND : **Bayern**
 DATUM : **09.05.2022**
 MESSAUFTRAG : **B22050901**
 MESSUNG NR. : **I - 2**
 AUSFÜHRENDER : **Richert**

MESSVERFAHREN	von (m)	bis (m)
(1) GR stationär, 2 min	2,00	2,00
(2) GR stationär, 2 min	119,30	119,30

BOHRLOCHDATEN *)

Koordinaten (GK4) : ca. 4462716 m RW
 ca. 5372243 m HW
 Höhe Ansatzpunkt : ca. 448.00 m (GOK) m NN
 Endteufe (m) : 119,40 (erreicht bzg. BOK)

von (m)	bis (m)	d (mm)
0,00	8,00	1200
8,00	33,00	1000
33,00	126,50	800

VERROHRUNG **)

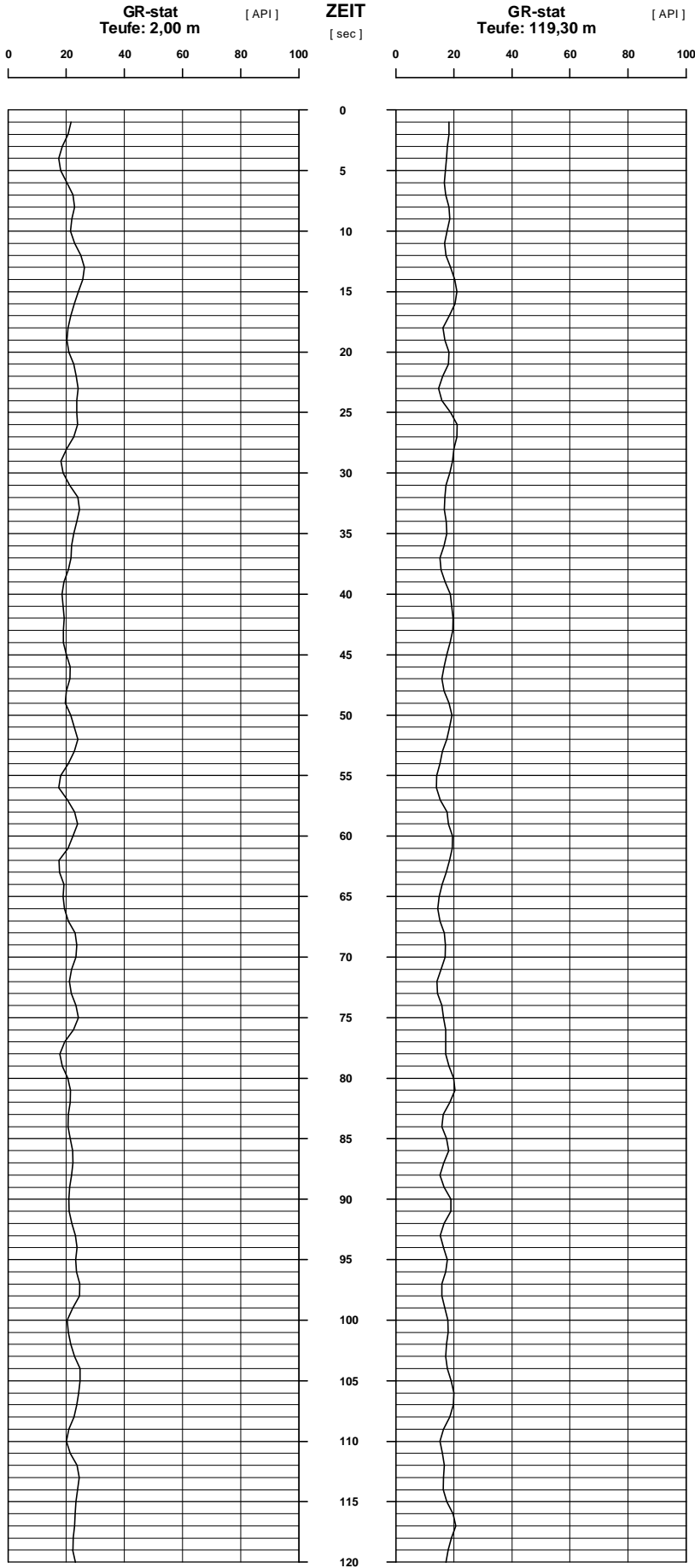
von (m)	bis (m)	d (mm)
0,00	31,00	Sperrrohr DN 800
0,42	39,50	Vollrohr DN 400
39,50	47,00	Filterrohr DN 400
47,00	52,00	Vollrohr DN 400
52,00	74,50	Filterrohr DN 400
74,50	79,50	Vollrohr DN 400
79,50	97,00	Filterrohr DN 400
97,00	102,00	Vollrohr DN 400
102,00	114,50	Filterrohr DN 400
114,50	119,50	Sumpfrohr DN 400

*) Angaben gemäss Ausbauplan, bezogen auf GOK

**) Angaben gemäss Ausbauplan, bezogen auf BOK (BOK - GOK - 2,00 m)

BEMERKUNGEN

Teufenbezugspunkt : BOK (BOK = SOK - 2,61 m)
 Ruhe-Wasserspiegel : 11,17 m unter BOK
 Stationäre Messungen, Messzeitraum 2 min



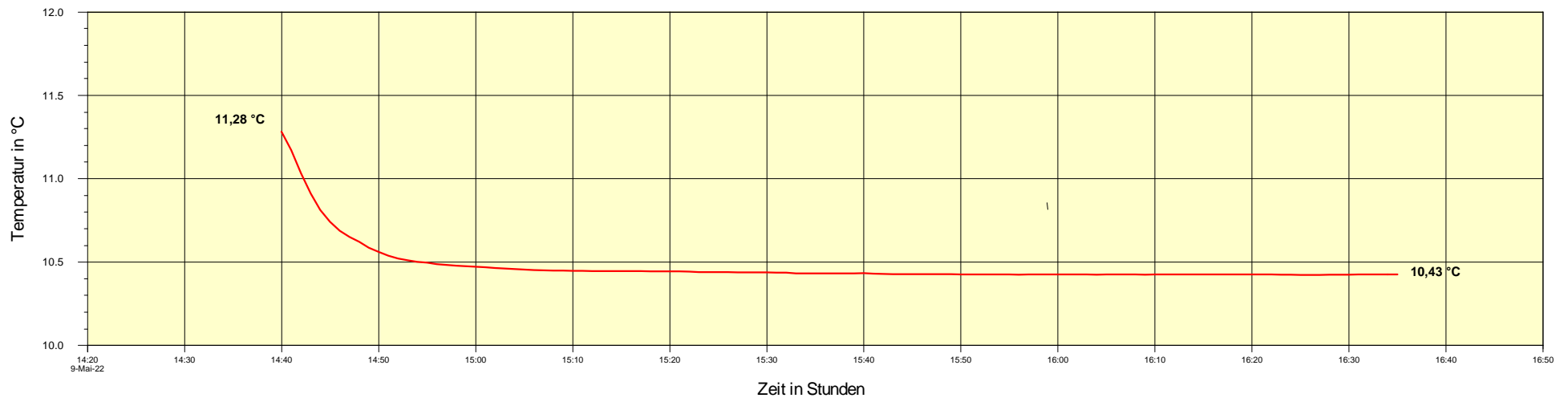
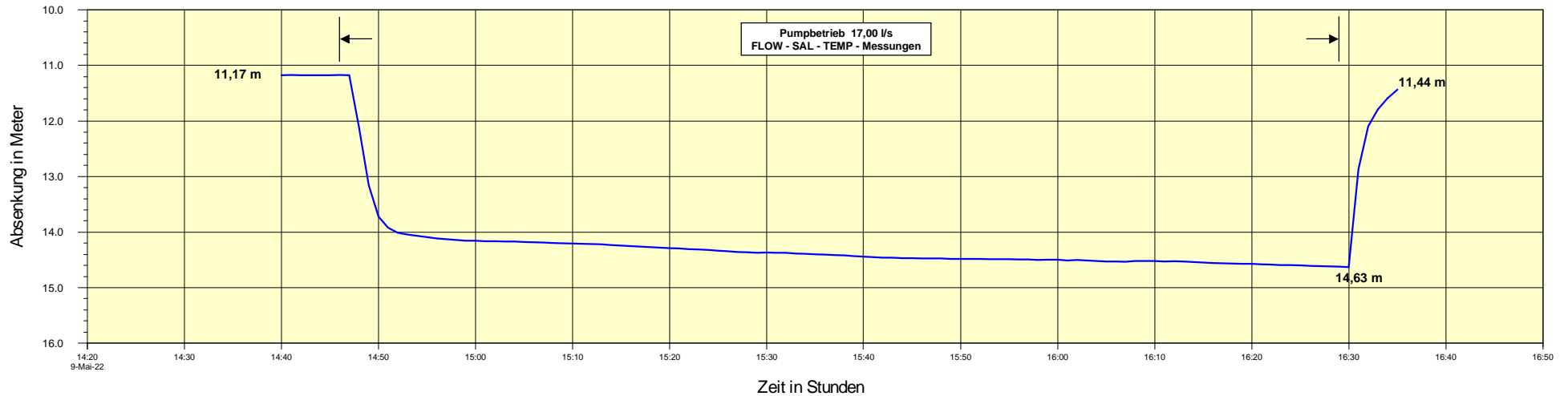
MESSUNG NR.: 1

STATISTIK	
Minimum:	17,37 API
Maximum:	26,17 API
Mess-Nr.: 1	Mittelwert: 21,65 API
2,00 m	Standardabw.: 1,99 API

MESSUNG NR.: 2

STATISTIK	
Minimum:	13,99 API
Maximum:	21,16 API
Mess-Nr.: 2	Mittelwert: 17,48 API
119,30 m	Standardabw.: 1,63 API

GW-MONITORING



Ruhewasserspiegel: **11,17 m** unter BOK
 Pumprate: **ca. 17,00 l/s** (induktiv gemessen)
 Pumpeneinlauf: **ca. 22,00** unter BOK
 BOK = SOK - 2,61 m

Aufzeichnungsbeginn: **14:40:00 09.05.2022**
 Aufzeichnungsende: **16:35:00 09.05.2022**
 Aufzeichnungsdauer: **01:55:00**
 Aufzeichnungstakt: **1 Minute**

Pumpbeginn: **14:47:00 09.05.2022**
 Pumpende: **16:30:00 09.05.2022**
 Pumpdauer: **01:43:00**
 Fördermenge: **105,060 m³**
 Max. Absenkung: **14,63 m** unter BOK