



**B e r i c h t**  
**zur**  
**geophysikalischen Untersuchung**  
**des Brunnens**  
**Amorbach TB 1**

**Auftraggeber** : **Etschel Brunnenservice GmbH**  
**Schützenstraße 4**  
**D-35641 Schöffersgrund - Niederwetz**

**Auftragnehmer** : **Bohrlochmessung - Storkow GmbH**  
**Schützenstraße 33**  
**D-15859 Storkow**

**Bearbeiterin** : **Frau I. Willwacher**  
**Dipl. Geophysikerin**

Storkow, den 19.02.2019

**K. Baumann**  
**-Geschäftsführer-**

## 1 Lagebezeichnung

- **Bundesland** : Bayern
- **Kreis/Stadtteil** : Miltenberg
- **Standort** : Amorbach, Faserplattenwerk,  
Dr.-F.-A.-Freundt-Str. 3
- **Geografische Lage** : Nord 49,64339° / Ost 9,23016°  
(ungefähre Lage nach GPS)

## 2 Allgemeine Angaben zum Brunnen

- Vom Auftraggeber wurden eine Ausbauzeichnung und ein lithologisches Schichtenverzeichnis des Brunnens zur Verfügung gestellt. Die Angaben dieser Unterlagen waren auf die Geländeoberkante bezogen und wurden für die Darstellung im Messdiagramm auf den Messbezugspunkt Brunnenflansch (BrF) umgerechnet.
- Des Weiteren wurde durch den AG das Protokoll einer Fernsehsondierung zur Verfügung gestellt.
- In unmittelbarer Nähe zum Brunnen TB 1 befindet sich der Brunnen TB 2. Dieser war während der Untersuchungen zeitweise in Betrieb und beeinflusste die hydrodynamischen Messungen.
- Durch den Auftragnehmer wurden folgende Maße ermittelt:

Deckel Brunnenschacht (DBrS)	: in Höhe der Geländeoberkante (GOK)
Geländeoberkante (GOK)	: 1,80 m über Brunnenflansch (BrF)
Rohroberkante (ROK)	: 0,30 m unter BrF
Oberkante Ringraumverfüllung	: ~1,00 m unter BrF

- Der Brunnen ist artesisch und lief während der Untersuchungen frei aus.

## 3 Angaben zu den geophysikalischen Untersuchungen

- **Untersuchungsziel** : Zustandskontrolle und Erfassung der hydrodynamischen und hydrochemischen Verhältnisse
- **Messdatum** : 05.02.2019
- **Messtechniker** : Herr Am Romanowski
- **Messbezugspunkt** : Brunnenflansch (BrF)
- **Tiefster Messpunkt** : 57,73 m
- **Messprogramm** :

CAL	Kaliber-Log
IL.RA	Induktions-Log, spezif. elektr. Widerstand
FEL-B	Fokussiertes Elektro-Log, Brunnenvariante
EMDS-A1/A2/.../A5	Elektromagnetisches Wanddicken-Log, Elemente A1 - A5, dekadischer Logarithmus
NN	Neutron-Neutron-Log
GG-K/L.D	Gamma-Gamma-Dichte-Log, kurzes/langes Spacing
SGL.M	Segmentiertes Gamma-Ray-Log, Mittelwert

SGL	Segmentiertes Gamma-Ray-Log
FLOW.Q-0-1/2	Impellerflowmeter-Log, vertikale Fließrate, ohne Grundwasserförderung, inkl. Belegfahrt
FLOW.Q-1-1/2	Impellerflowmeter-Log, vertikale Fließrate, Grundwasserförderrate: ~ 50 m³/h, inkl. Belegfahrt
MIL-0	Milieuparameter-Log (SAL/TEMP/pH/Rx/O2), ohne GW-Förderung
MIL-1	Milieuparameter-Log (SAL/TEMP/pH/Rx/O2), GW-Förderrate: ~ 50 m³/h
MIL-2	Milieuparameter-Log (SAL/TEMP/pH/Rx/O2), ca. 3 h nach GW-Förderung
DIVER	Druckdatenlogger

- Die Flowmetermessungen erfolgten ohne und mit GW-Förderung. Die Flowmetermesswerte wurden unter Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit und Rohrrinnendurchmessers nach CAL in vertikale Fließraten umgerechnet. Die Belegfahrten dienen der Absicherung der Messqualität.
- Der Pumpenservice während der dynamischen Untersuchungen erfolgte durch den Auftraggeber.
- Zur Verdeutlichung von EMDS-Messeffekten wurde der dekadische Logarithmus der Rohmesskurven des großen A-Elements [in Log(mV)] mit in das Messdiagramm übernommen.
- Eine Berechnung von absoluten EMDS-Wanddicken ist aufgrund des großen Durchmessers des Sperrrohres nicht möglich. Die Einschätzung der Wanddicke erfolgt qualitativ.
- In nachfolgender Tabelle ist der Ablauf der durchgeführten Arbeiten dokumentiert. Die angegebene Uhrzeit dokumentiert jeweils den Beginn der Messung/des Arbeitsschrittes.

7:50	Einbau Druckdatenlogger in TB 2 bei etwa 3 m Teufe unter BrF
	Wasserspiegellotung in TB 2: in Höhe des BrF
8:29	<b>CAL</b>
8:50	Einbau Druckdatenlogger in TB 1 (ca. 10 m unter BrF), Brunnen läuft frei aus
8:59	<b>MIL(SAL/TEMP/pH/Rx/O2)-0</b>
10:09	<b>FLOW.Q-0-1/2</b>
10:40	Einbau Förderpumpe durch AG bei ~ 8 m unter BrF
11:13	Einschalten der Pumpe, Förderrate: ~ 50 m³/h
11:21	<b>FLOW.Q-1-1/2</b>
11:53	<b>MIL(SAL/TEMP/pH/Rx/O2)-1</b>
12:25	Wasserspiegellotung: 1,57 m unter BrF
12:26	Ausschalten und Ausbau der Pumpe
12:48	Wasserspiegellotung: in Höhe des BrF
12:49	Ausbau Druckdatenlogger aus TB 1
13:11	<b>EMDS, SGL, NN, GG-K/L.D, FEL-B, IL.RA</b>
15:29	<b>MIL(SAL/TEMP/pH/Rx/O2)-2</b>

- Während der Untersuchungen war der benachbarte TB 2 zeitweise in Betrieb.

## 4 Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen

Die erzielten geophysikalischen Mess- und Interpretationsergebnisse wurden im beiliegenden Messdiagramm ausgewertet und grafisch dargestellt. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

### 4.1 Lithologie

- Zur Untersuchung der lithologischen Verhältnisse im Aufschlusspunkt wurde eine Induktions-Log-Messung (IL.RA) durchgeführt. Diese spiegelt die Widerstandsverteilung im anstehenden Gebirge wieder. Zusätzlich wird für die Ansprache der Lithologie die Segmentierte Gamma-Ray-Messung (SGL) mit herangezogen.
- Im Bereich von elektrisch leitfähigem Material im Ringraum und/oder am Rohrstrang (Stahl-Sperrrohr und Zentralisatoren) ist die IL.RA-Messung gestört und daher nicht auswertbar.
- Zusätzlich ist die IL.RA-Messung durch eine für OBO-Rohrstränge charakteristische, hochfrequente Schwingung überlagert. Diese wird durch metallische Klammern an den Verbindungen der OBO-Rohrsegmente hervorgerufen.
- Unter den gegebenen Randbedingungen lässt sich das anstehende Gebirge in Anlehnung an das Bohrschichtenverzeichnis wie folgt gliedern:

GOK	- 10,0 m	nicht bestimmbar (Einfluss Sperrrohr)
	10,0 - 15,0 m	Sandstein?
	15,0 - 16,8 m	nicht bestimmbar (Zentralisator)
	16,8 - 29,0 m	Sandstein, lagenweise wechselnde Schluff- bzw. Ton-Gehalte
	29,0 - 30,8 m	nicht bestimmbar (Zentralisator)
	30,8 - 46,0 m	Sandstein, lagenweise wechselnde Schluff- bzw. Ton-Gehalte
	46,0 - 47,7 m	nicht bestimmbar (Zentralisator)
	47,7 - 48,7 m	geklüfteter Bereich
	48,7 - 52,7 m	Quarzitsandstein
	52,7 - 57,3 m	Sanstein, zum Liegenden schluffig bis tonig

- Die Ergebnisse der bohrlochgeophysikalischen Untersuchung bestätigen das Bohrschichtenverzeichnis im Wesentlichen.
- Im geklüfteten Bereich, welcher auch den Bereich des Hauptzuflusses markiert (vgl. Kap. 4.4) ist die Gamma-Strahlung deutlich erhöht.

### 4.2 Verrohrungen

Der Brunnen verfügt über ein Stahl-Sperrrohr und einen OBO-Brunnenrohrstrang. Die beiden Rohrstränge werden im Folgenden getrennt betrachtet.

#### 4.2.1 Sperrrohr mit aufgesetztem Brunnenflansch

- Am Brunnenkopf ist oben ein äußeres Stahlrohr mit einem Durchmesser von ca. 600 mm sichtbar. Auf diesem ist oben der Brunnenflansch befestigt. Der Brunnenflansch befindet sich bei 1,80 m unter GOK und diente als Messbezugspunkt.
- Nach EMDS verfügt das Sperrrohr bei 2,0 m wahrscheinlich über eine Rohrverbindung. Der Rohrschuh des Sperrrohres befindet sich bei etwa 7,8 m.

#### 4.2.2 Brunnenrohrstrang

- Die Oberkante des Brunnenrohrstrangs befindet sich bei 0,30 m unter BrF. Der Brunnenrohrstrang ist wie folgt aufgebaut:

0,3 -	8,4 m	OBO-Vollrohr, $\varnothing_{\text{innen}} \sim 304 - 307$ mm
8,4 -	33,5 m	OBO-Filterrohr, $\varnothing_{\text{innen}} \sim 305 - 307$ mm
33,5 -	36,5 m	OBO-Vollrohr, $\varnothing_{\text{innen}} \sim 305 - 306$ mm
36,5 -	56,7 m	OBO-Filterrohr, $\varnothing_{\text{innen}} \sim 305 - 307$ mm
56,7 -	57,7 m	Rohrtyp nicht bestimmbar (laut Video-Protokoll des AG OBO-Filterrohr), $\varnothing_{\text{innen}} \sim 305$ mm

- Der Aufbau des Brunnenrohrstranges entspricht im Wesentlichen den Angaben der Ausbaudokumentation.
- Der Innendurchmesser der Verrohrung wurde mit  $\sim 304 - 307$  mm bestimmt.
- Bei 16,0 m / 29,5 m und 47,0 m wurden nach IL.RA vermutlich Zentralisatoren am Rohrstrang angebracht. Dennoch zeigt sich nach SGL eine leichte Exzentrizität der Verrohrung in der Bohrung.

#### 4.3 Hinterfüllung

- Zur Verfüllung des äußeren Ringraums zwischen Sperrrohr und Gebirge sind anhand bohrlochgeophysikalischer Messungen prinzipiell keine sicheren Aussagen möglich. Im vorliegenden Falle ist jedoch das Vorhandensein der dokumentierten Abdichtung des Sperrrohres (Erstarrungston und Beton) nach Neutron-Neutron-Log plausibel.
- Der innere Ringraum zwischen Brunnenrohrstrang und Sperrrohr/Gebirge ist nach Bohrlochgeophysik wie folgt verfüllt:

-	1,0 m	unverfüllt
1,0 -	9,6 m	Filterkies
9,6 -	18,4 m	Filterkies, überwiegend leicht verringerte Porosität
18,4 -	38,0 m	Filterkies
38,0 -	42,0 m	Filterkies, leicht verringerte Porosität
42,0 -	47,7 m	Filterkies, lagenweise leicht verringerte Porosität
47,7 -	56,9 m	Filterkies
56,9 -	57,7 m	nicht bestimmbar

- Der innere Ringraum wurde unterhalb von 1,0 m vollständig verkiest. Nach Gamma-Gamma-Dichte-Log ist die Kiesschüttung homogen gelagert, jedoch zeigen sich nach Neutron-Neutron-Log abschnittsweise leicht verringerte Porositäten.

#### 4.4 Hydrodynamische Verhältnisse

- Die beschriebenen hydrodynamischen Verhältnisse gelten streng nur unter den während der Untersuchungen herrschenden Randbedingungen. Da der untersuchte Brunnen TB 1 mit dem Nachbarbrunnen TB 2 kommuniziert, verändern sich die hydrodynamischen Verhältnisse auch, wenn die Fahrweise des Nachbarbrunnens geändert wird.
- Während der Untersuchungen im TB 1 war der Nachbarbrunnen TB 2 zeitweise in Betrieb.
- Die Veränderung des Wasserspiegels wurde mittels Druckdatenlogger sowohl im TB 1, als auch im TB 2 erfasst und ist in Abbildung 1 dargestellt.

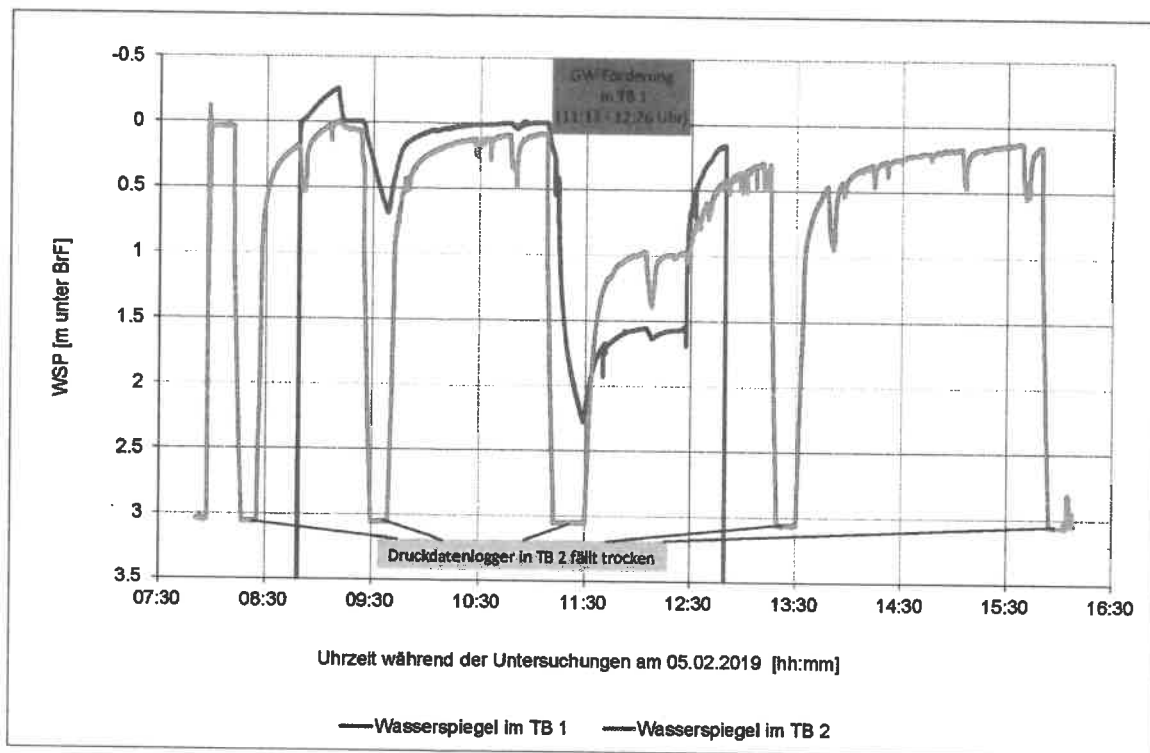


Abb. 1: Wasserspiegelverlauf am 05.02.2019 in den Brunnen TB 1 und TB 2

- Der Zeitpunkt der geophysikalischen Messungen, die als Grundlage für die folgenden Aussagen zu den hydrodynamischen Verhältnissen dienen, ist in Abbildung 2 schematisch dargestellt:

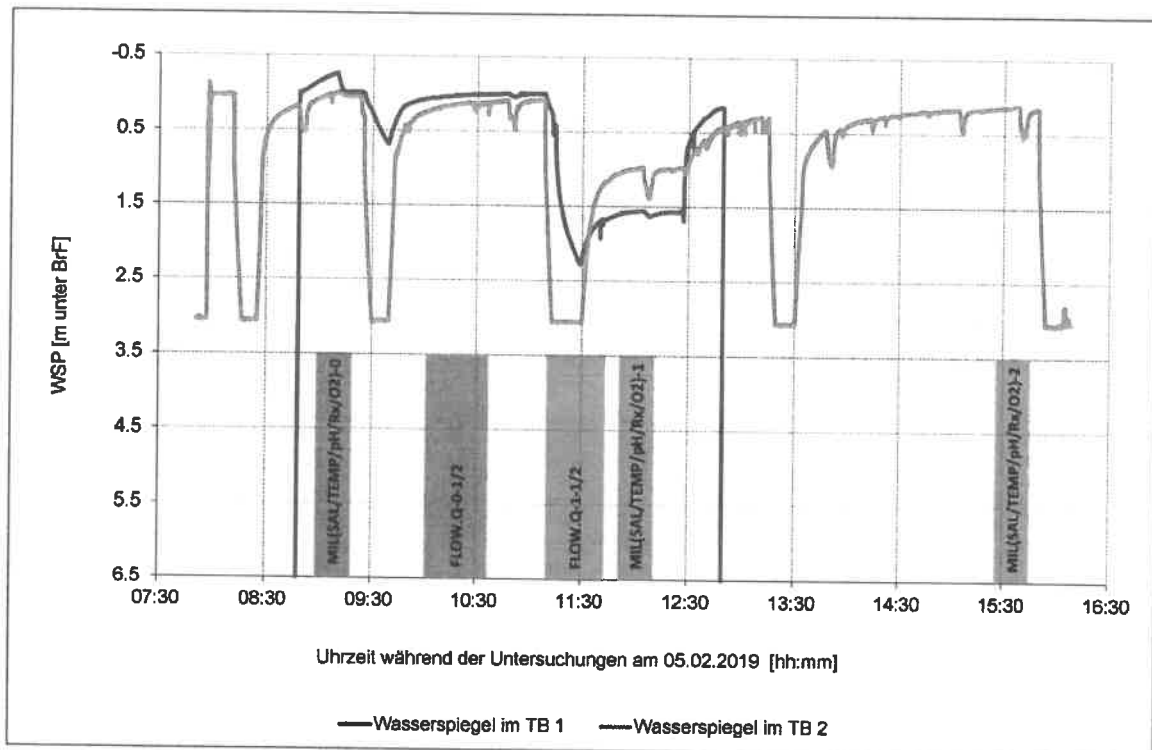


Abb. 2: Schematische Veranschaulichung des Zeitpunkts der hydrodynamischen Untersuchungen in TB 1

### Ohne GW-Förderung

- Der Wasserspiegel bzw. die Menge des freien Auslaufs im Brunnen TB 1 wird vom Betriebszustand des TB 2 beeinflusst.
- Während der Untersuchungen ohne GW-Förderung (FLOW.Q-0-1/2, MIL-0 und MIL-2) war der Nachbarbrunnen TB 2 nicht in Betrieb. Sowohl der TB 1, als auch der TB 2 befanden sich jedoch während dieser Untersuchungen noch leicht im Wiederanstieg.
- Zum Zeitpunkt der FLOW.Q-0-Messungen wurde folgendes Fließgeschehen im Brunnen beobachtet:

Teufe [m]	Fließgeschehen ohne GW-Förderung
BrF - 30,0	aufwärtsgerichtete eigenständige Fließbewegung (Fließrate ~ 15 m <sup>3</sup> /h)
30,0 - 30,8	Grundwasserzufluss von ~ 2 m <sup>3</sup> /h
30,8 - 48,0	aufwärtsgerichtete eigenständige Fließbewegung (Fließrate ~ 13 m <sup>3</sup> /h)
48,0 - 48,7	Grundwasserzufluss von ~ 13 m <sup>3</sup> /h
48,7 - 57,7	keine GW-Bewegungen nachweisbar

- Ohne GW-Förderung findet im Brunnen eine eigenständige, aufwärtsgerichtete Fließbewegung statt. Der Hauptzufluss (~ 13 m<sup>3</sup>/h) erfolgt in einer Teufe von 48,0 - 48,7 m und entspricht dem Hauptzufluss bei GW-Förderung.
- Ein weiterer, vergleichsweise relativ geringer Zufluss erfolgt von 30,0 - 30,8 m.

- In Summe betrug die Fließrate zum Untersuchungszeitpunkt  $\sim 15 \text{ m}^3/\text{h}$ . Das Wasser trat frei am Brunnenflansch aus und lief dort in den Brunnenschacht. Dieser wurde durch den AG mittels Pumpe geleert.
- Unterhalb von 48,7 m finden keine Fließbewegungen im Brunnen statt.

### Bei GW-Förderung

- Bei einer Förderleistung von ca.  $50 \text{ m}^3/\text{h}$  sank der Wasserspiegel auf maximal 2,28 m ab. Allerdings war zu diesem Zeitpunkt auch der TB 2 in Betrieb, so dass sich keine Aussagen zur Ergiebigkeit des TB 1 treffen lassen. Es wird empfohlen die Ergiebigkeit des Brunnens TB 1 mittels Pumpversuch (ohne Betrieb des Nachbarbrunnens TB 1) zu ermitteln.
- Die Anströmung an den Brunnen unter Förderbedingungen lässt sich bei einer Förderrate von ca.  $50 \text{ m}^3/\text{h}$  anhand der durchgeführten Flowmetermessungen wie folgt charakterisieren:

Teufe in m	Grundwasserzulauf bei einer Förderrate von $\sim 50 \text{ m}^3/\text{h}$		
	%	$\text{m}^3/\text{h}$	$\text{m}^3/\text{h}$ pro 1 m Filter
8,4 - 26,2	0	0,0	0,0
26,2 - 27,5	10	5,0	3,8
27,5 - 30,0	0	0,0	0,0
30,0 - 30,8	25	12,5	15,6
30,8 - 33,5	5	2,5	0,9
33,5 - 36,5	Vollrohr		
36,5 - 48,0	0	0,0	0,0
48,0 - 48,7	60	30,0	42,9
48,7 - 57,7	0	0,0	0,0

- Der Hauptzufluss (60%) erfolgt in einem schmalen Bereich von 48,0 - 48,7 m. Vermutlich ist der anstehende Sandstein hier stark klüftig. Die spezifische Zuflussrate beträgt hier  $42,9 \text{ m}^3/\text{h}$  pro 1 m Filterstrecke.
- Ein weiterer, signifikanter Zufluss erfolgt von 30,0 - 30,8 m. Hier tritt  $\frac{1}{4}$  des geförderten Wassers in den Brunnen ein.

### 4.5 Hydrochemische Verhältnisse

- Die hydrochemischen Parameter des Wassers wurden mittels drei Milieuparameter-Messungen erfasst. Dabei zeigten sich zu allen Zeiten sehr ähnliche Eigenschaften des Wassers. Lediglich die Temperatur des Wassers war zu Beginn der Untersuchungen (MIL-0) leicht geringer und das Redoxpotential leicht höher als während der späteren Messungen (MIL-1 und MIL-2).
- Das geförderte Wasser weist folgende chemische Parameter auf:
  - Elektrische Leitfähigkeit:  $\sim 0,4 \text{ mS/cm}$  (bez. auf  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ )
  - Temperatur:  $\sim 11,7 \text{ }^\circ\text{C}$
  - pH-Wert:  $\sim 7,0$
- Der Sauerstoffgehalt des Wassers ist sehr gering, das Redoxpotential liegt im positiven Bereich (um  $300 \text{ mV}$ ).
- Unterhalb des Hauptzuflusses, in welchem keinerlei GW-Bewegungen nachgewiesen wurden, befindet sich nach MIL stagnierendes Wasser.