A vertical geophysical log of a well. On the left, a cylindrical well casing is shown with horizontal segments. To its right, a grid is overlaid with several irregular, jagged lines representing geophysical data. The lines show varying amplitudes and frequencies across the depth of the well. The background of the page is a dark, textured grey.

Bericht
zur
geophysikalischen Untersuchung
des Brunnens
Mömlingen TB 6

BOHRLOCHMESSUNG - STORKOW GmbH

Schützenstraße 33
D - 15859 Storkow

Tel./Fax: +49 33678 436 30 /436 31
E-Mail: geophysik@blm-storkow.de
<http://www.blm-storkow.de>





B e r i c h t
zur
**geophysikalischen Untersuchung
des Brunnens**
Mömlingen TB 6

Auftraggeber : **Gemeinde Mömlingen**
Postfach 1164
63850 Mömlingen

Projektleitung : **HG Büro für Hydrogeologie
und Umwelt GmbH**
Europastraße 11
D-35394 Gießen

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

Bearbeiter : **Herr F. Triller**
Dipl. Geologe

Storkow, den 08.09.2014

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'K. Baumann', followed by a horizontal line extending to the right.

K. Baumann
-Geschäftsführer-

1 Lagebezeichnung

- **Bundesland** : Bayern
- **Landkreis** : Miltenberg
- **Standort** : Mömlingen, Am Schlaggraben 4
- **Koordinaten** : Nord: 49,84321° / Ost: 9,07292°
(ungefähre Lage nach GPS)

2 Allgemeine Angaben zum Brunnen

- Von der Projektleitung wurde ein Schichtenverzeichnis und eine Ausbauezeichnung der Vorbohrung VB 6 sowie eine Ausbauezeichnung des Brunnens TB 6 zur Verfügung gestellt. Das Schichtenverzeichnis der Vorbohrung sowie die Ausbauezeichnung des Brunnens wurden in das Messdiagramm übernommen. Dazu wurden alle Tiefenangaben auf den Bezugspunkt der Messungen (Oberkante Edelstahl - Brunnenrohrstrang) umgerechnet, welcher sich nach Einschätzung des Auftragnehmers etwa 0,13 m über GOK befindet.
- Folgende Werte wurden durch den Auftragnehmer bestimmt:

Geländeoberkante	:	ca. 0,13 m unter Oberkante Brunnenrohrstrang (ROK, Bezugspunkt)
Oberkante äußeres Stahlrohr (Ø ~1400 mm)	:	entspricht etwa ROK
Oberkante Schutzrohr (Ø ~650 mm)	:	0,68 m über ROK
Oberkante Sperrrohr (Ø ~600 mm)	:	0,1 m über ROK
Oberkante Peilrohr 1	:	0,12 m unter ROK (Peilrohr offen)
Oberkante Peilrohr 2	:	0,17 m unter ROK (Peilrohr verschlossen)
Ruhewasserspiegel	:	41,20 m unter ROK (am 23.07.2014 in Brunnenrohrstrang und Peilrohr 1 gelotet)

3 Angaben zu den geophysikalischen Untersuchungen

- **Untersuchungsziel** : Zustandskontrolle hinsichtlich des Aufbaues des Rohrstranges, des Ringraumes und der Bestimmung der Zuflussverhältnisse
- **Messdatum** : 22. und 23.07.2014
- **Messtechniker** : Herr J. Pauli
- **Messbezugspunkt** : Oberkante Brunnenrohrstrang (ROK)
- **Tiefster Messpunkt** : 67,92 m
- **Messprogramm** :

OPT	Fernsehsondierung
CAL	Kaliber-Log
FEL-B	Fokussiertes-Elektro-Log, Brunnenvariante
EMDS-A1/.../A9	Elektromagnetisches Wanddicken-Log, Elemente

	A1 bis A9
EMDS-db/dz	Elektromagnetisches Wanddicken-Log, Maß für statisches Magnetfeld
SGL.M	Segmentiertes Gamma-Ray-Log, Mittelwert
SGL	Segmentiertes Gamma-Ray-Log
NN	Neutron-Neutron-Log
GG-K/L.D	Gamma-Gamma-Dichte-Log, short/long spacing
FLOW.Q-0-1/2	Impellerflowmeter-Log, vertikale Fließrate, Nullmessung, inkl. Beleg
FLOW.Q-1-1/2	Impellerflowmeter-Log, vertikale Fließrate, Förderrate 36 m ³ /h, inkl. Beleg
MIL-0	Milieu-Log, Nullmessung
MIL-1	Milieu-Log, Grundwasserförderrate: 36 m ³ /h

- Die Milieumessungen beinhalten zeitgleich registrierte Messungen der elektrischen Leitfähigkeit (SAL-0/1), der Temperatur (TEMP-0/1), des Sauerstoffgehaltes (O2-0/1), des pH-Wertes (pH-0/1) und des Redoxpotentials (Rx-0/1) des Wassers. Die Angaben der elektrischen Leitfähigkeit des Wassers (SAL-0/1) beziehen sich auf eine Temperatur von 25°C.
- Eine Berechnung der Wandstärke des Brunnenrohrstranges und des Sperrrohres ist aufgrund des großen Durchmesser des Sperrrohres und der Edelstahl - Ausführung des Brunnenrohrstranges nicht möglich. Zur Verdeutlichung des Rohraufbaues wurden daher die Elemente A1 bis A9 übernommen. Weiterhin wurde die Kurve EMDS-db/dz, welche ein Maß für das statische Magnetfeld innerhalb des Rohres darstellt, in das Messdiagramm übernommen. Im Bereich von Unterbrechungen des Rohrstranges (Rohrschäden, Rohrverbindungen, Rohrschuh) zeigt diese Messkurve charakteristische Ausschläge.

4 Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen

Die erzielten Mess- und Interpretationsergebnisse wurden in der beiliegenden Anlage ausgewertet und graphisch dargestellt. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

4.1 Verrohrung

Es existieren mehrere ineinander geschachtelte Verrohrungen sowie zwei Peilrohre. Diese werden im Folgenden separat beschrieben.

Äußerstes Stahlstandrohr (Ø ~1400 mm)

- Es existiert ein äußeres Stahlstandrohr mit einem Durchmesser von ca. 1400 mm (oberhalb von GOK bestimmt), das die anderen Rohre oben umhüllt. Nach EMDS reicht dieses Stahlrohr wahrscheinlich bis in eine Tiefe von etwa 2,0 m. Aufgrund des großen Durchmesser ist es jedoch nicht auszuschließen, dass es von der EMDS Sonde nicht mehr erfasst wird. Die Angabe der Endtiefe ist daher unsicher. In der Ausbauezeichnung ist dieses Rohr nicht dokumentiert.

Stahlsperrohr (Ø ~650 mm)

Es ist ein Stahlschutzrohr vorhanden. Dieses umhüllt oben das Sperrrohr und weist einen nur wenig größeren Durchmesser von etwa 650 mm auf. Dieses Rohr (Oberkante: 0,68 m) reicht nach EMDS.WD bis in eine Tiefe von etwa 0,9 m.

Stahlsperrohr (Ø ~600 mm)

- Nach den Angaben in der Ausbauezeichnung existiert ein Stahlsperrohr mit einem Durchmesser von 600 mm, welches bis in eine Tiefe von 36,87 m reicht.
- Dieses Sperrrohr endet nach EMDS in einer Tiefe von 38,0 m. In folgenden Tiefen befinden sich Rohrverbindungen: 6,2 / 14,0 / 22,0 und 29,8 m.

Peilrohre

- Im Ringraum zwischen Brunnenrohrstrang und Sperrrohr existieren zwei Peilrohre (DN 50).
- Im Peilrohr 1, welches zum Zeitpunkt der Untersuchungen nicht verschlossen war, wurde bis in eine Tiefe von 40,2 m eine FEL-B Messung durchgeführt. Unterhalb dieser Tiefe war das Peilrohr nicht befahrbar. Als Ursache der Befahrungsprobleme kommen sowohl Rohrschäden als auch Krümmungen des Rohrstranges oder eine Verringerung des Innendurchmessers in Betracht. Zur Klärung wird empfohlen, eine Fernsehsondierung im Peilrohr durchzuführen. Der Druckdatenlogger, welcher während der dynamischen Untersuchungen zur Beobachtung des Wasserspiegels im Peilrohr installiert wurde, wurde hingegen ohne Probleme bis in eine Tiefe von 55 m abgeteuft. Da die FEL-B Sonde den Wasserspiegel aufgrund der Befahrungsschwierigkeiten nicht erreichte, sind keine Aussagen zum Aufbau des Peilrohres möglich.
- Das zweite Peilrohr ist fest verschlossen. Es wurde daher nicht näher untersucht.

Brunnenrohrstrang

- Der Brunnenrohrstrang ist wie folgt aufgebaut:

0,0 - 38,1 m Edelstahl-Vollrohr, Innendurchmesser: 342 – 344 mm

38,1 - 66,2 m Edelstahl-Filterrohr, Innendurchmesser: 342 – 344 mm

66,2 - 67,9 m Edelstahl-Vollrohr, Innendurchmesser: 342 mm

- Der Aufbau des Rohrstranges entspricht den Angaben in der Ausbauezeichnung. In folgenden Tiefen existieren Rohrverbindungen: 6,1 / 12,1 / 18,1 / 24,1 / 30,2 / 36,2 / 42,2 / 48,2 / 54,2 / 60,2 und 66,2 m.
- Die Wandungen der Aufsatzrohre sind frei von Ablagerungen. Während der Fernsehsondierung waren umlaufend Fließspuren vorhanden. Dabei handelt es sich wahrscheinlich um Kondenswasser.
- Das Rohr zwischen 36,2 m und 42,2 m ist als Kombirohr (oberhalb von 38,1 m Vollrohr / unterhalb von 38,1 m Filterrohr) ausgeführt.
- Die Wandungen der Filterrohre sind sauber. Es handelt sich um Schlitzbrückenfilter. Nach dem optischen Eindruck wird geschlussfolgert, dass die Filterschlitze

im gesamten Filterbereich gut durchlässig sind.

- Die Bodensedimente sind bei einer projektgerechten Länge des Sumpfrohrs von zwei Metern nur geringmächtig. An ihrer Oberfläche befinden sich mehrere Fremdkörper (Haushaltglas, Steine und Anderes).

4.2 Hinterfüllung

- Zum Aufbau des äußeren Ringraumes zwischen Stahl-Sperrrohr und Gebirge können keine Aussagen erfolgen.
- Die Verfüllung des Ringraumes des Brunnenrohrstranges lässt sich auf der Grundlage des beauftragten Messprogramms in Anlehnung an die Angaben in der Ausbauezeichnung wie folgt beschreiben:

- 3,6 m unverfüllt
- 3,6 - 37,0 m Zementation
- 37,0 - 67,9 m Filterkies

- Der Ringraum ist unterhalb von 3,6 m vollständig verfüllt. Es gibt keine Hinweise auf mögliche Brückenbildungen.
- Zwischen 3,6 und 37,0 m ist der Ringraum zwischen dem Stahlsperrrohr und dem Brunnenrohrstrang entsprechend der Ausbauezeichnung zementiert.

4.3 Hydrodynamische und hydrochemische Verhältnisse

- Alle weiteren Angaben gelten streng genommen nur unter den zum Untersuchungszeitpunkt herrschenden hydrodynamischen Randbedingungen.

Ablauf der dynamischen Untersuchungen am 23.07.2014

8:20 Uhr	Wasserspiegel: 41,20 m (in BR und PR 1)
8:21 - 8:26 Uhr	Milieu-Messung (SAL/TEMP/O2/Ph/Rx-0)
8:40-9:00 Uhr	FLOW-0-1/2
	Einbauen der Pumpe (Einbautiefe: 50,0 m) und Vorbereitung der Grundwasserförderung
12:39 Uhr	Wasserspiegel: 41,20 m (in BR und PR 1)
12:42 Uhr	Einschalten der Förderpumpe Förderrate: 24,5 m ³ /h
	mehrere Flowmetermessungen (nicht dokumentiert)
13:00 Uhr	Wasserspiegel: 42,38 m (in BR und PR 1)
13:01 Uhr	Erhöhung der Förderrate auf 36,0 m ³ /h
	mehrere Flowmetermessungen (nicht dokumentiert)
13:12 Uhr	Wasserspiegel: 42,90 m (in BR und PR 1, instationär)
13:15 - 13:20 Uhr	Ausschalten der Pumpe und Verringerung der Einbautiefe auf 46,0 m
13:21 Uhr	Einschalten der Förderpumpe (Förderrate: 36,0 m ³ /h)
13:25 - 13:40 Uhr	FLOW-1-1/-2
13:54 - 13:57 Uhr	MIL-1
14:00 Uhr	Wasserspiegel: 43,71 m (in BR und PR 1, instationär)

14:01 Uhr

Ausschalten der Pumpe

- Da zwischen Peilrohr und Brunnenrohrstrang keine signifikanten Wasserspiegeldifferenzen festgestellt wurden, ist jeweils auf die Angabe von mehreren Wasserspiegeln verzichtet worden.
- Während der Untersuchungen unter Förderbedingungen wurde der Wasserspiegel im Peilrohr 1 mit Hilfe eines automatische Druckdaten-Loggers beobachtet. Die Messergebnisse wurden in der Abbildung 1 dargestellt.

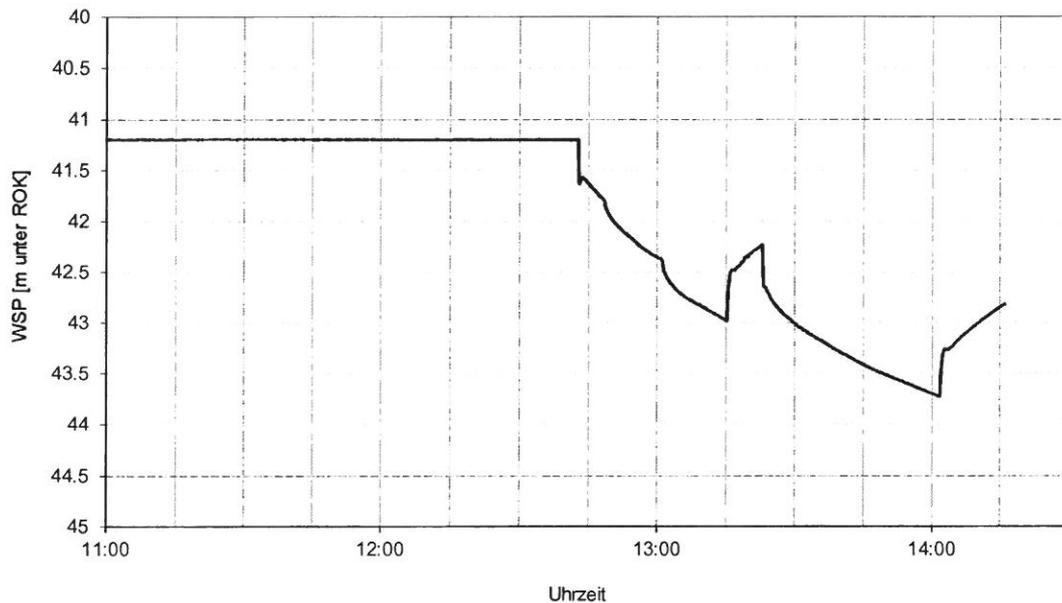


Abb. 1: Wasserspiegel im zugänglichen Peilrohr während der dynamischen Untersuchungen am 23.07.2014

Ruhezustand

- Ruhewasserspiegel zu Beginn der Untersuchungen am 23.07.2014:
 Brunnen : 41,20 m
 Peilrohr 1 : 41,20 m
- Nach den Ergebnissen der Flowmetermessungen finden im Ruhezustand keine signifikanten vertikalen Fließbewegungen statt. Ein Tracer-Fluid-Logging (TFL) wurde nicht durchgeführt. Nach den Ergebnissen der SAL/TEMP- Messungen wird folgendes Fließregime im Brunnen im Ruhezustand vermutet:

Teufe in m	nach SAL/TEMP vermutete Fließverhältnisse im Ruhezustand	
	Fließrichtung	Grundwasserzuflüsse und -verluste
41,2 - 46,0	↑	Grundwasserverlust
46,0 - 51,5	↑	
51,5 - 52,0	↑	geringer Grundwasserzufluss
52,0 - 59,8	↑	

Teufe in m	nach SAL/TEMP vermutete Fließverhältnisse im Ruhezustand	
59,8 - 60,5	↑	Grundwasserzufluss
60,5 - 66,2	↑?	geringer Grundwasserzufluss?

-
- Im Ruhezustand befand sich unterhalb von 51,5 m Wasser leicht erhöhter Leitfähigkeit und Temperatur im Brunnenrohrstrang. Vermutlich stammt dieses Wasser aus dem Bereich unterhalb von 59,8 m. Im Rahmen der Flowmetermessungen wurden unterhalb von 60,5 m jedoch unter Förderbedingungen keine Zuflüsse nachgewiesen. Demnach müsste der Abschnitt zwischen 59,8 - 60,5 m als Zuflusszone fungieren und zwischen 51,5 - 52,0 m weitere Zuflüsse mit etwas geringerer Leitfähigkeit stattfinden. Das Wasser fließt demnach vom Liegenden zum Hangenden hin und wird nahe der Filteroberkante wieder an das Gebirge abgegeben. Diese Überlegungen sind jedoch unsicher.

Förderbedingungen

- Bei einer Förderleistung von 36,0 m³/h sank der Wasserspiegel im Brunnenrohrstrang während der Untersuchungen von 41,2 m um 2,51 m auf 43,71 m ab. Während dieser Zeit kam es nicht zu einer Stabilisierung des Wasserspiegels. Eine Angabe der Ergiebigkeit ist daher nicht sinnvoll.
- Nach den Ergebnissen der Flowmetermessungen wird die Filterstrecke wie folgt angeströmt:

Teufe in m	Grundwasserzulauf bei einer Förderrate von 36,0 m ³ /h		
	%	m ³ /h	m ³ /h pro 1 m Filter
42,2 - 47,5	20	7,2	messtechnisch nicht erfasst
47,5 - 52,3	4	1,4	0,3
52,3 - 55,0	32	11,6	4,3
55,0 - 57,5	18	6,5	2,6
57,5 - 58,9	0	0,0	0,0
58,9 - 59,8	22	7,9	8,8
59,8 - 60,5	4	1,4	2,0
60,5 - 66,2	0	0	0

- Die Anströmung der Filterstrecke erfolgt ungleichmäßig. Die höchsten spezifischen Ergiebigkeiten werden zwischen 42,3 m und 57,5 m sowie zwischen 58,9 - 59,8 m erreicht.
- Unterhalb von 59,8 m treten nur vergleichsweise geringe Wassermengen in den Filter ein.

Hydrochemische Verhältnisse

- Die hydrochemischen Verhältnisse lassen sich anhand der im Ruhezustand und unter Förderbedingungen durchgeführten Milieu-Messungen wie folgt beschreiben:
- Unterhalb von 49,5 m befand sich vor dem Beginn der Grundwasserförderung Wasser, welches eine elektrische Leitfähigkeit leicht erhöhte 0,23- 0,24 mS/cm aufweist. Dieses Wasser stammt vermutlich aus dem Bereich unterhalb von 59,8 m.
- Das oberhalb von 49,5 m im Brunnenrohrstrang befindliche Wasser wies eine elektrische Leitfähigkeit von etwa 0,23 mS/cm und damit eine höhere Leitfähigkeit als das im Bereich der Filteroberkante zufließende Wasser auf.
- Oberhalb von 58,9 m tritt unter Förderbedingungen Wasser mit etwas geringeren Leitfähigkeit in den Brunnen ein. Das unterhalb der bei 46 m installierten Förderpumpe zufließende Wasser wies eine durchschnittliche elektrische Leitfähigkeit von etwa 0,22 mS/cm auf.
- Oberhalb von 46 m ist die Leitfähigkeit des geförderten Wassers jedoch geringer. Sie beträgt 0,19 - 0,2 mS/cm. Da in diesem Teufenabschnitt im Ruhezustand wahrscheinlich Wasser mit höherer Leitfähigkeit infiltriert wird, ist es möglich, dass sich die Eigenschaften des hier zufließenden Wassers mit zunehmender Förderdauer ändern.
- Der pH Wert des unterhalb von 58,9 m zufließenden Wassers beträgt etwa 7,0. Der pH-Wert des oberhalb dieser teufe zufließenden Wassers ist hingegen etwas höher. Das der Förderpumpe zufließende Mischwasser wies unter Förderbedingungen einen pH Wert von etwa 7,3 auf. Der Sauerstoffgehalt ist dagegen sehr gering. Das Redoxpotential der zufließenden Wasser zeigt kaum Unterschiede.