



# GUTACHTEN

Wasserbehandlungsgerät  
**GABRIEL**

Funktionsstest gemäß ÖVGW - Richtlinien Nr. 35 (Auflage März 1990)

O.Univ.Prof. Dr. F. Steinhäusler  
Ordinarius für Biophysik und Physik (für Bio-und Geowissenschaften)  
an der  
Universität Salzburg  
Österreich

15. Jänner 1996  
(erweiterte Fassung vom 30. September 1996)

# **O. UNIV. PROF. DR. F. STEINHÄUSLER**

ORDINARIUS F. BIOPHYSIK U. PHYSIK  
(F. BIO- U. GEOWISSENSCHAFTEN)  
AN DER  
UNIVERSITÄT SALZBURG  
A-5020 SALZBURG

SALZBURG.

## **Zusammenfassung des Prüfgutachtens Nr. 151/96**

### **1. Antragsteller**

Franz Gabriel  
Erfinder  
Winklerstr. 1  
A - 5400 Hallein

### **2. Inhalt des Antrages**

Überprüfung der Wirkungsweise des Wasserbehandlungsgerätes von Hr. Gabriel gemäß den genormten Testvorschriften der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach, ÖVGW Nr. 35 (Auflage März 1990).

### **3. Beschreibung der geprüften Anlage**

Das für die Untersuchung verwendete Gerät hatte die folgenden Abmessungen:

Höhe: 10 cm  
Breite: 30 cm  
Länge 70 cm

Das Gerät wurde zur Durchführung der nachstehend beschriebenen Untersuchungen nicht geöffnet und befand sich in dem in Abb. 1 dargestellten Zustand. Das Gerät wurde durch den Auftraggeber nach dem Filter und vor dem Druckspeicher eingebaut.

### **4. Zeitraum der Untersuchung**

Entsprechend den ÖVGW - Normvorschriften Nr. 35 (Auflage März 1990) erfolgte die Untersuchung während eines Zeitraums von 3 Monaten und wurde am 9. Jänner 1996 abgeschlossen.

### **5. Beschreibung des Prüfprinzips**

- Die Untersuchungsbedingungen entsprechen den ÖVGW - Normvorschriften Nr. 35 (Auflage März 1990) und wurden mit der in Abb. 2 dargestellten Anlage durchgeführt. Die nachstehend beschriebenen Prüfbedingungen wurden zur Beurteilung der Wirksamkeit des Wasseraufbereitungsgerätes im Bereich der Warmwasserbereitung verwendet.

Als Versuchsanordnung stand eine möglichst praxisnahe betriebene **Teststrecke** zur Verfügung, die einen Vergleich der Kesselsteinablagerung auf den Heizelementen des Warmwasserbereitungsgerätes im erwärmten behandelten und erwärmten unbehandelten Wasser ermöglichte. Das Warmwasserbereitungsgerät war ein elektrisch betriebener Druckspeicher handelsüblicher Bauweise mit 100 l Inhalt. Die Entnahmebedingungen eines Haushaltes wurden mit einer Zeitschalteneinrichtung, die über ein Magnetventil die ausfließende Warmwassermenge steuert, simuliert. An der Zapfstelle wurde die Temperatur des ausfließenden Warmwassers gemessen und registriert.

Der Druckspeicher wurde mit 80°C betrieben. Der Heizelementsatz des Speichers wurde jeweils nach einmonatiger Betriebszeit ausgebaut, im luftgetrockneten Zustand gewogen und das Aussehen photographisch dokumentiert. Ohne Entfernung eventueller Kalkablagerungen wurde der Heizelementsatz wieder eingebaut und nach einer weiteren Betriebszeit nach einem Monat wieder wie oben verfahren. Die Gesamtprüfdauer betrug drei Monate.

Parallel zur Prüfstrecke wurde eine **Blindstrecke** (d. h. ohne Wasseraufbereitung) in gleicher Weise betrieben.

Der Vergleich der Heizelementsätze, deren Aussehen, die Bildung von Kesselstein und dessen quantitative Erfassung bildeten die Beurteilungsgrundlagen für die Auswirkung der Aufbereitung hinsichtlich der Bildung von Kalkablagerungen.

Auswirkungen hinsichtlich Korrosionsverhinderung wurden durch visuellen Vergleich von Paßstücken (Länge: 30 cm) aus den Warmwasserleitungen untersucht.

Weiters erfolgten **Kontrollaufnahmen** mittels **Videokamera** bei sämtlichen Manipulationen an der Prüfstrecke.

## 6. Prüfanordnung und Geräte

Als **Warmwassergeräte** wurden Druckspeicher gleicher Type mit 100 l Inhalt verwendet.

Elektrischer Anschluß:

Betriebsspannung 220 V

Anschlußwert ca. 2,9 kW

Absicherung 16 A

Aufheizzeit ca. 3,5 h

Der Stromverbrauch wurde mit einem Stromzähler gemessen und täglich protokolliert.

Der Druckspeicher hatte eine Temperaturwahl zwischen 40°C und 85°C mittels Regelknopf, Sicherheitstemperaturbegrenzer, Stahlinnenbehälter spezialemailliert und Schutzanode. Während der Prüfung wurde die Wassertemperatur auf 80°C eingestellt.

Die **Wasseranspeisung** erfolgte über eine Stahlrohrleitung, verzinkt nach ÖNORM M 5614, in die ein Wasserzähler und ein Feinfilter (Filterschärfe: 50µm) eingebaut waren. Die Anspeiseleitung war mit einem Zapfhahnabgang zur Probenentnahme für Kaltwasser ausgestattet. Die Wasseranspeisung erfolgte aus der örtlichen Wasserversorgung (Brunnen der Universität Salzburg). Das Wasser beinhaltete das korrosionsmindernde Mittel Varisil. Die Gesamthärte im Speisewasser betrug 20°dH. Zur Druckkonstanthaltung wurde ein Druckreduzierventil eingebaut. Der eingestellte Druck betrug 5 bar.

Der Auslauf an der Zapfstelle wurde durch ein Magnetventil gesteuert. Die Temperatur des auslaufenden Wassers wurde durch ein Thermoelement gemessen und protokolliert. Der Abstand des Thermoelementes betrug 3 cm vom Zapfhahnauslauf.

Die Wasserentnahme wurde durch ein Zeitprogramm gesteuert gemäß folgendem Schema:

Uhrzeit:	Entnahmmenge:
06:00	25 l
06:30	15 l
07:00	15 l
10:00	05 l
11:00	05 l
11:30	05 l
13:00	15 l
15:00	05 l
17:00	05 l
21:00	25 l
22:00	05 l

Die Entnahmemengen wurden periodisch kontrolliert.

Zu Beginn und am Ende der Untersuchung wurden am Zapfhahn, nach dem Feinfilter und vor dem zu prüfenden Gerät, in der Kaltwasserleitung je eine Wasserprobe entnommen.

Zur vergleichenden Beurteilung wurde eine Prüfstrecke unter gleichen Bedingungen mit nicht aufbereitetem Wasser betrieben („Blindstrecke“).

## 7. Ergebnisse

### 7.1. Physikalisch - chemische Parameter des Wassers

Die verschiedenen physikalischen und chemischen Parameter des unbehandelten Speisewassers sind in Tab. 1 zusammengefaßt. Zum Vergleich enthält Tab. 1 die korrespondierenden Daten für eine Wasserprobe, die nach dem Passieren des Behandlungsgerätes genommen wurde. Daraus ist ersichtlich, daß:

- a) die charakteristischen Eigenschaften des Speisewassers während der Versuchsdauer im wesentlichen unverändert geblieben sind (Tab: 1; Spalten 7 und 8)
- b) kein signifikanter Unterschied zwischen dem unbehandelten Wasser und der Wasserprobe nach dem Durchlaufen des Behandlungsgerätes hinsichtlich der untersuchten Parameter besteht (Tab.: 1; Spalten 3,4,5 und 6).

### 7.2. Kalkabscheidung

Nach einer Versuchsdauer von 3 Monaten wurden die Heizstäbe aus dem Druckspeicher Nr. 2 (versorgt mit unbehandeltem Wasser aus der Blindstrecke) und Druckspeicher Nr. 1 (versorgt mit behandeltem Wasser aus der Prüfstrecke) ausgebaut, luftgetrocknet und gewogen (Abb. 3,4). Die Ergebnisse der Wägung - im Vergleich zu den Daten der Wägung bei Versuchsbeginn - sind in Tab. 2 zusammengefaßt. Es zeigt sich, daß die Kalkablagerungen an dem Heizstab des Druckspeichers Nr. 1, welcher mit behandeltem Wasser versorgt wurde, um 23,2 Gramm geringer sind als an dem Heizstab aus dem Druckspeicher Nr. 2, der mit unbehandeltem Trinkwasser versorgt wurde.

- Die Morphologie der Kalkablagerungen an den Heizelementen nach 3 Monaten Exposition ist in Abb. 5 und 6 dargestellt. Es besteht kein erkennbarer Unterschied zwischen den Kalkablagerungen von den Heizstäben der Kontroll- und der Versuchsstrecke.

Tab. 2:

Ergebnisse der Wägung der jeweiligen Heizstäbe im Druckspeichern Nr. 2 (Speisewasser = unbehandeltes Wasser) und Druckspeicher Nr. 1 (Speisewasser = behandeltes Wasser)

Zeit	Heizstäbe im Druckspeicher Nr. 2 [g]	Heizstäbe im Druckspeicher Nr. 1 [g]
Versuchsbeginn	2073,3	2080,5
nach 1 Monat	2077,3	2081,3
nach 2 Monaten	2083,1	2082,0
nach 3 Monaten	2098,9	2082,9

Die relative Zunahme der Kalkablagerungen an den jeweiligen Heizstäben ( $dm_1$ ,  $dm_2$ ) ist in Abb. 8 graphisch dargestellt.

### 7.3. Stromverbrauch

Der Stromverbrauch war beim Druckspeicher Nr. 1, welcher mit behandeltem Wasser versorgt wurde, um 6,1 kWh geringer als beim Druckspeicher Nr. 2, der mit unbehandeltem Wasser versorgt wurde.

### 7.4. Korrosionsverhinderung:

Visuell besteht kein Unterschied hinsichtlich der Korrosion zwischen dem Rohrstück aus der Blindstrecke und der Prüfstrecke, weil bei beiden Rohrstücken keinerlei Rostansatz erkennbar ist (Abb. 7).

## 8. Zusammenfassende Beurteilung

### 8.1. Beeinflussung der Wasserqualität

Wasser, welches das Testgerät durchlaufen hat und in einem Druckspeicherauf 80°C erhitzt wurde, zeigte nach einer Versuchsdauer von 3 Monaten

- a) keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der physikalischen Eigenschaften im Vergleich zu unbehandeltem Wasser
- b) keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der chemischen Eigenschaften im Vergleich zu unbehandeltem Wasser.

### 8.2. Beeinflussung der Kalkablagerung

Die Heizstäbe des Druckspeichers, welcher mit behandeltem Speisewasser versorgt wurde, zeigten eine **verminderte Kalkablagerung** verglichen mit den Heizstäben im Druckspeicher, der mit unbehandeltem Speisewasser versorgt wurde.

Nach 3 Monaten Versuchsdauer ist der Kesselsteinbelag auf den Heizelementen des Druckspeichers (mit dem Wasserbehandlungsgerät als Vorschaltgerät) 9,4% der Masse des Kesselsteinbelags auf den Heizelementen des mit unbehandeltem Warmwasser betriebenen Druckspeichers.

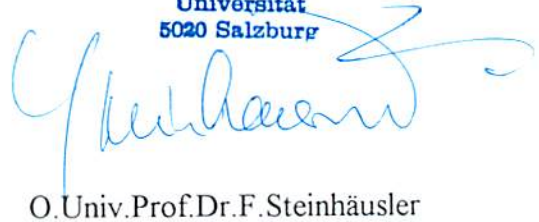
### 8.3. Korrosionsverhinderung

Eine mögliche Korrosionsverhinderung konnte nicht beurteilt werden. Visuell war eine Korrosion weder bei dem Paßstück aus der Blindstrecke (A), noch bei dem Paßstück aus der Prüfstrecke (B) festzustellen (Abb. 7). In diesem Zusammenhang sei nochmals auf das im Speisewasser vorhandene korrosionsmindernde Zusatzmittel verwiesen.



C. Atzmüller

O. Univ.-Prof.  
**Dr. F. Steinhäusler**  
Universität  
5020 Salzburg



O.Univ.Prof.Dr.F.Steinhäusler

Abb. 1: Testgerät „Gabriel“





Abb. 3: Heizstab aus dem Druckspeicher Nr. 1 nach 3 Monaten Versorgung mit behandeltem Speisewasser





Abb. 4 : Heizstab aus dem Druckspeicher Nr. 2 nach 3 Monaten Versorgung mit unbehandeltem Speisewasser



Abb. 5.: Morphologie der Kalkablagerung von den Heizstäben der Prüfstrecke, welche mit behandeltem Speisewasser betrieben wurde

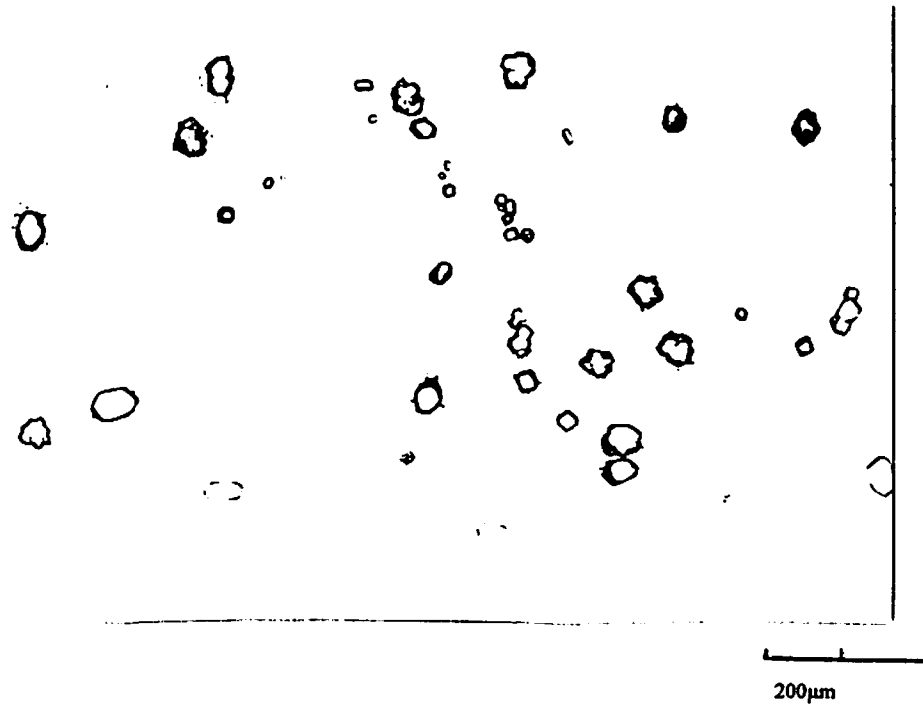
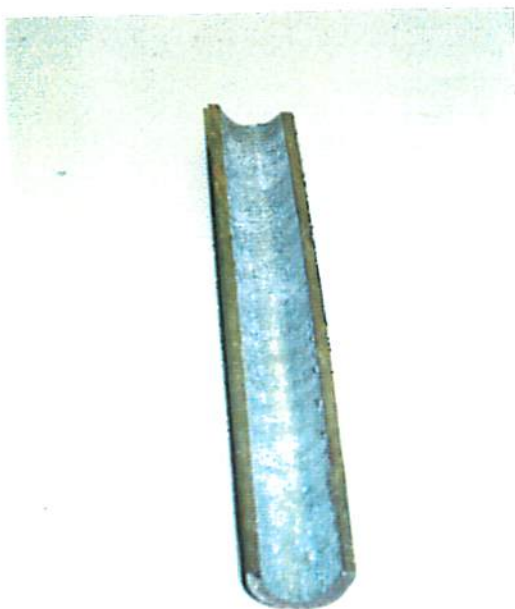


Abb. 6.: Morphologie der Kalkablagerung von den Heizstäben der Blindstrecke, welche mit unbehandeltem Speisewasser betrieben wurde



Abb. 7: Korrosion im Paßstück (A) aus der Blindstrecke (unbehandeltes Warmwasser) im Vergleich mit dem Paßstück (B) aus der Prüfstrecke, welches mit behandeltem Speisewasser betrieben wurde.

A



B

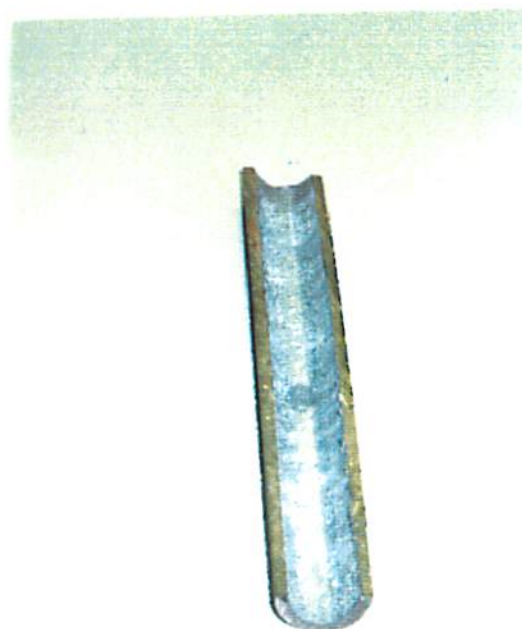
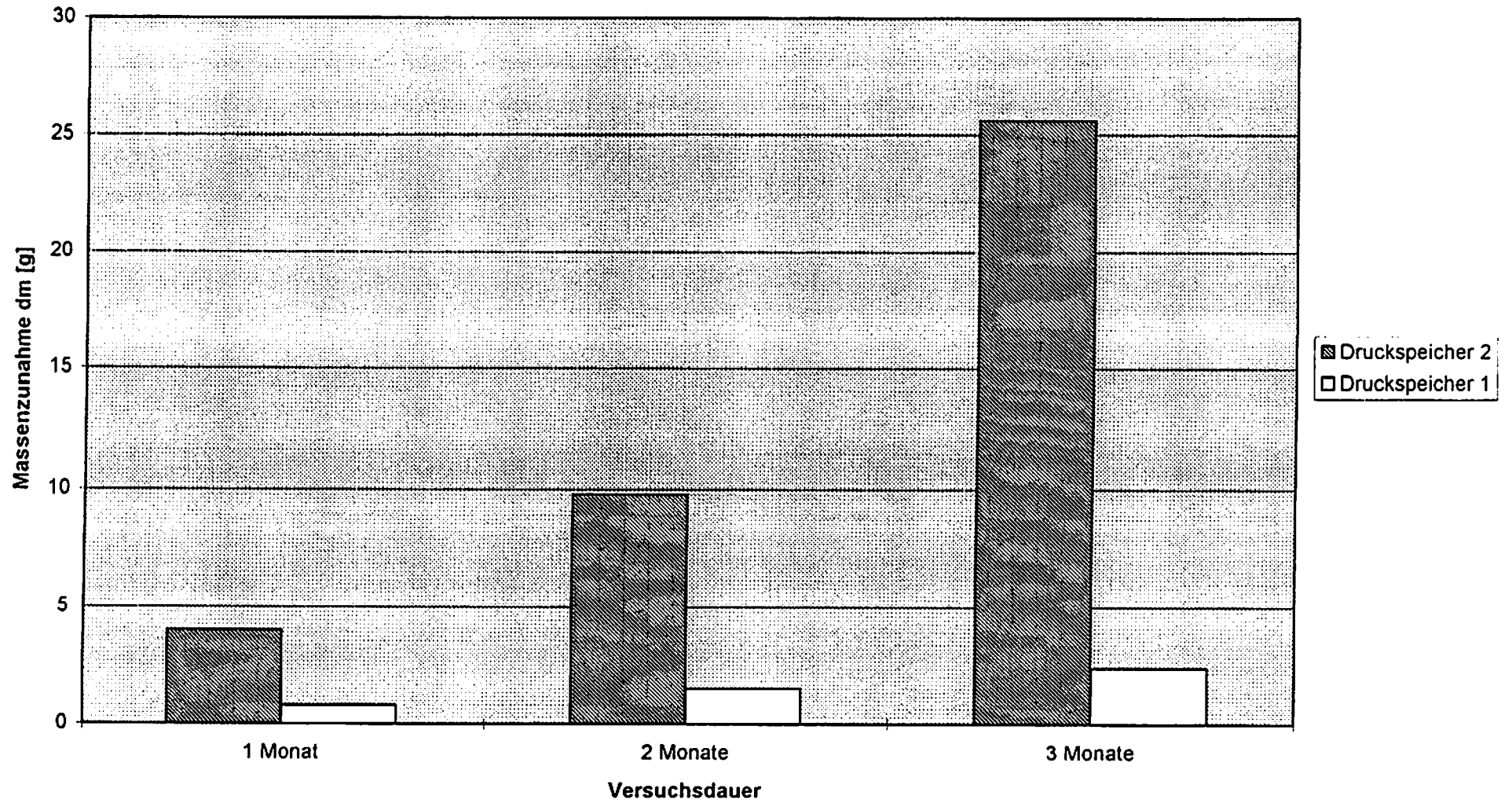


Abb. 8: Relative Zunahme der Kalkablagerungen nach 1, 2 und 3 Monaten Versuchsdauer an den Heizstäben der Blindstrecke (Nr. 2) und der Teststrecke (Nr. 1)



Tab. 1:

Verschiedene Wasserproben, die zu Untersuchungsbeginn bzw am Untersuchungsende aus der Teststrecke entnommen wurden.

Spalte 1	Sp. 2	Sp. 3	Sp. 4	Sp. 5	Sp. 6	Sp. 7	Sp. 8
Lfd. Nr.	physikalisch-chem. Parameter	unbehandeltes Warmwasser (Blindstrecke) Versuchsbeginn	unbehandeltes Warmwasser (Blindstrecke) Versuchsende	behandeltes Warmwasser (Prüfstrecke) Versuchsbeginn	behandeltes Warmwasser (Prüfstrecke) Versuchsende	Speisewasser vor den Druckspeichern Versuchsbeginn	Speisewasser vor den Druckspeichern Versuchsende
1	Spez. Leitfähigkeit bei 20°C [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	669	671	668	670	668	672
2	pH-Wert	7,1	7,4	7,2	7,3	7,1	7,3
3	UV-Durchlässigkeit bei 254 nm [%]	74,3	75,10	74,1	74,9	74,7	75,3
4	Gesamthärte [ $^{\circ}\text{dH}$ ]	20,4	19,6	20,2	19,8	19,9	20,1
5	Karbonathärte [ $^{\circ}\text{dH}$ ]	18,5	16,2	16,1	16,5	16,2	16,4
6	Hydrogencarbonat [mg/l]	399	372	385	378	380	383
7	Calcium [mg/l]	105,3	91,8	99,8	94,1	95,7	97,3
8	Magnesium [mg/l]	27,4	23,4	26,1	24,1	24,4	25,7
9	Nitrit [mg/l]	>0,003	>0,003	>0,003	>0,003	>0,003	>0,003
10	Nitrat [mg/l]	7,8	8,3	7,3	7,9	8,2	8,4
11	Chlorid [mg/l]	10,7	11,1	10,9	11,2	10,7	10,9
12	Sulfat [mg/l]	29,5	30,9	30,2	32,1	28,7	33,4
13	Natrium [mg/l]	8,8	7,4	7,9	7,8	9,4	8,2
14	Kalium [mg/l]	2,4	1,9	2,2	1,5	1,8	1,9
15	Zahl aerober Kolonien in 1ml bei 22°C nach 48h auf Gel-Agar	0	0	0	0	0	0