

Chemische und physikal. Untersuchung der Therme des Brennerbades.

Von

Dr. Karl Hopfgartner.

Separatabdruck aus der Ferdinand.-Zeitschrift III, Folge 49. Heft.

Innsbruck.

Druck der WAGNER'schen Univ.-Buchdruckerei. — Im Selbstverlage.
1905.

Die Arbeiten an der Quelle wurden am 2. Oktober 1903 vorgenommen und an diesem Tage auch das zur Untersuchung im Laboratorium bestimmte Wasser in Flaschen gefüllt. Auf dieses Datum beziehen sich daher die Ergebnisse¹⁾.

Zur Prüfung der Frage nach der Veränderlichkeit oder Unveränderlichkeit der Quelle wurde dann am 20. Januar 1904 nochmals die Temperatur, die Leitfähigkeit und der Gesamtrückstand des Thermalwassers bestimmt.

Die Quelle tritt in der Stärke eines nicht unbeträchtlichen Baches in einer tiefen Nische zutage, die in der Rückwand des Badegebäudes eingebaut ist und in der Art eines ganz kurzen Stollens in den Abhang des hinter dem Badegebäude östlich vom Brennersattel aufsteigenden Berges hineinreicht.

Der Boden der Nische ist ziemlich eben und mit großen unregelmäßigen Steinplatten belegt, welche Ritzen von wechselnder Breite zwischen sich lassen. Die Seitenwände, ferner die Decke und der obere Teil der Rückwand bestehen aus Mauerwerk. Der untere Teil der Rückwand wird von einem

¹⁾ Die vorliegende Untersuchung wurde auf Veranlassung des Herrn Sanitätsrates Dr. N. von Kaan in Meran im Winter 1903/4 ausgeführt. Es handelte sich dabei einerseits um eine Neubestimmung der chemischen Bestandteile, andererseits um die Bestimmung der Gefrierpunktniedrigung und der elektrischen Leitfähigkeit, welche letzteren Größen wenigstens damals noch von Seite der Balneologen sehr große, dem Chemiker nicht in jeder Hinsicht einleuchtende Bedeutung beigemessen wurde. Jetzt beginnt bekanntlich die Bestimmung der Radioaktivität in den Vordergrund zu treten und in der Wertschätzung mancher Balneologen den ersten Rang einzunehmen.

unregelmäßig geformten Felsblock gebildet, der in die Nische hereinragt. Das Wasser tritt mit ziemlich kräftiger Strömung hauptsächlich links, d. h. nördlich von diesem Block an der Rückwand, ferner durch Ritzen der nördlichen Seitenwand und durch Ritzen des Bodens in die Nische und füllt diese etwa 30 cm hoch, ehe es über eine Art Schwelle abfließt. Aus den wasserzuführenden Spalten, besonders am Boden, perlen auch reichlich und etwas stoßweise Gasblasen in die Höhe.

Auch außerhalb des Badegebäudes und der Nische treten wenige Meter höher am Abhang hauptsächlich in einem breiten gepflasterten Rinnsal noch zahlreiche ebenfalls warme Wasseradern zutage, deren Zugehörigkeit zur Hauptquelle sich durch ihre nahezu gleiche Wärme ausweist.

Sinterabsätze waren nirgends zu beobachten.

Die chemische Untersuchung erstreckte sich auf die folgenden Stoffe: Kohlensäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Chlor, Salpetersäure (salpetrige Säure), Phosphorsäure, Calcium, Strontium, Magnesium, Kalium, Natrium, Lithium, Eisen, Aluminium, Ammoniak, Sauerstoff, Stickstoff, ferner auf die Analyse der frei im Wasser aufsteigenden Gase. Bei der salpetrigen Säure wurde lediglich die Abwesenheit nachgewiesen.

Die Ergebnisse der Mengenbestimmungen sollen zunächst in der älteren Form gegeben werden, d. h. die Metalle als Oxyde, die Säuren als Anhydride, einmal, weil ja tatsächlich mehrere Stoffe so gewogen werden, wie Kieselsäure, Kalk, Eisen, Tonerde, Kohlensäure, dann aber auch zum Zwecke der Vergleichung mit früheren Bestimmungen. Daraus berechnet sich dann auf einfache Weise die Zusammensetzung nach Jonen und Molen.

Die Zahlen bedeuten Gramme des betreffenden Stoffes in einem Liter des Wassers gemessen bei 15° C. Es sind Mittelzahlen aus mindestens zwei gut übereinstimmenden Analysen, welche mit sehr wechselnden Wassermengen vorgenommen wurden. Aus der Umrechnung auf 1 Liter erklären sich die mitangeführten fünften Dezimalstellen. Sie besitzen nur den Charakter von Rechnungsgrößen.

Tabelle a.

Gesamtmenge der Kohlensäure (CO ₂)	0 19375 g
Kieselsäureanhydrid (SiO ₂)	0·00805 g
Schwefelsäureanhydrid (SO ₃)	0·08215 g
Chlor (Cl)	0·00880 g
Salpetersäureanhydrid (N ₂ O ₅)	0·00060 g
Phosphorsäureanhydrid (P ₂ O ₅)	Spur
Kalk (CaO)	0·13523 g
Strontian (SrO)	0·00032 g
Magnesia (MgO)	0·01895 g
Natron (Na ₂ O)	0·01060 g
Kali (K ₂ O)	0·00375 g
Eisenoxyd (Fe ₂ O ₃)	0·00041 g
Tonerde (Aluminiumoxyd Al ₂ O ₃)	Spur
Ammoniak	Spur

Der beim Verdampfen eines Liters Wasser verbleibende und bei 110° getrocknete Rückstand betrug 0·3709 g

Beim Verdampfen eines Liters Wasser mit Schwefelsäure hinterblieb schließlich eine Sulfatmenge von 0·4293 g

Die berechnete Sulfatmenge ist 0·4258 g

Zur Abschätzung der vorhandenen Menge von organischer Substanz wurde mit Kaliumpermanganat sowohl in saurer wie in alkalischer Lösung bei Siedehitze oxydiert. Der Permanganatverbrauch betrug in saurer Lösung 0·0013 g
und in alkalischer Lösung 0·0006 g
für den Liter Wasser.

Die Menge der in einem Liter Wasser absorbierten Gase (außer Kohlensäureanhydrid) betrug berechnet auf 760 mm Barometerstand und 0°C . 18·00 cm³

Davon waren Sauerstoff 5·13 cm³

Der Rest, im wesentlichen Stickstoff, war frei von Kohlenwasserstoffen und betrug , 12·87 cm³

Das frei in der Quelle aufsteigende Gas enthält
in 100 cm³

Kohlendioxyd (CO ₂)	1·10 cm ³
Sauerstoff	15·24 cm ³
Stickstoff (und andere unabsorbierbare Gase, jedoch keine Kohlenwasserstoffe und kein Wasser- stoffgas)	83·66 cm ³

Tabelle b.

Die Analysendaten umgerechnet auf Ionen und Mole sind:

	Gramm	Mole	Äquivalente
Bikarbonation HCO ₃ '	0·23742	0·003893	—
Sulfation SO ₄ "	0·09857	0·001026	0·002052
Chlorion Cl'	0·00880	0·000248	—
Nitration NO ₃ '	0·00069	0·000011	—
Phosphation PO ₄ "	Spur	Spur	—
Calciumion Ca··	0·09668	0·002409	0·004818
Strontiumion Sr··	0·00027	0·000003	0·000006
Magnesiumion Mg··	0·01144	0·000470	0·000940
Natriumion Na·	0·00787	0·000341	—
Kaliumion K·	0·00311	0·000080	—
Lithiumion Li·	0·00006	0·000009	—
Ferroion Fe··	0·00029	0·000005	0·000010
Aluminiumion Al··	Spur	Spur	—
Ammoniumion NH ₄ ·	Spur	Spur	—
Nicht dissol- viert { Kieselsäure SiO ₂	0·00805	0·000133	
{ Freie Kohlensäure CO ₂	0·02253	0·000512	

Wo in der letzten Spalte der Tabelle unter der Bezeichnung Äquivalente keine Zahlen stehen, sind die daneben stehenden der vorhergehenden Spalte unverändert einzusetzen.

Aus diesen Daten ließe sich eine Tabelle der in dem Wasser gelösten Salze in der üblichen Weise jedoch nicht frei von Willkürlichkeit berechnen.

Die physikalische Untersuchung der Therme ergab, daß das Wasser vollkommen klar und in mäßig dicken Schichten ganz

farblos ist. Es zeigt keinen Geruch und ist von etwas schalem Geschmack. Beim Stehen perlt es nicht. Es wirkt weder auf rotes noch auf blaues Lackmuspapier, auch nicht auf Kurkumapapier.

Seine Temperatur betrug am 2. Oktober 1903 + 21.6° C bei einer Lufttemperatur von + 11.6°.

Die Dichte des Wassers wurde bei 13.8° zu 1.00048 bestimmt, bei 20° zu 1.00051 bezogen jeweils auf reines Wasser von der gleichen Wärme. Bezieht man die so ermittelten Dichten auf reines Wasser von der größten Dichte, so ergibt sich $D_4^{13.8} = 0.99981$ und $D_4^{20} = 0.99878$ und durch eine geringe Extrapolation die Dichte bei der Quelltemperatur zu $D_4^{21.6} = 0.99851$.

Der Gefrierpunkt des Wassers lag im Mittel aus mehreren gut übereinstimmenden Versuchen 0.0125° unter dem des reinen Wassers. Dabei muß allerdings bemerkt werden, daß wegen der beschränkten Genauigkeit derartiger Bestimmungen eine so kleine Gefrierpunktserniedrigung trotz der trefflichen Übereinstimmung der einzelnen Versuche mit einer nicht unbeträchtlichen prozentuellen Unsicherheit behaftet ist.

Die spezifische Leitfähigkeit für den elektrischen Strom wurde bei mehreren Temperaturen gemessen und dabei gefunden in reziproken Ohm:

bei 0°	10°	20°
$\lambda_0 = 0.0003141$	$\lambda_{10} = 0.0004191$	$\lambda_{20} = 0.0005368$
bei 30°	bei 40°	
$\lambda_{30} = 0.0006576$	$\lambda_{40} = 0.0007862$	

Durch Interpolation ergibt sich daraus die Leitfähigkeit bei der Quelltemperatur zu

$$\lambda_{21.6} = 0.0005561.$$

Am 20. Januar wurden einige Werte für die Therme nochmals bestimmt. Dabei ergab sich die Wärme des Wassers zu 2.0° C bei einer Temperatur der Luft von — 12.0°.

Die Leitfähigkeit betrug in reziproken Ohm ausgedrückt

bei 20°	bei 30°	bei 40°
$\lambda_{20} = 0.0005930$	$\lambda_{30} = 0.0007300$	$\lambda_{40} = 0.0008718$

Der bei 110° getrocknete Gesamtrückstand von 1 Liter Wasser betrug 0·4300.

Es hatte also der Gehalt des Wassers an gelösten festen Stoffen zugenommen, ebenso die Wärme der Quelle und zwar diese letztere sogar trotz sehr empfindlicher Kälte der Luft. Im Zusammenhang mit der Steigerung des Gehaltes war auch die spezifische elektrische Leitfähigkeit gegenüber den früher bestimmten Werten um etwa 10 bis 11 Prozente gewachsen.

Diese Beobachtungen legen die Vermutung nahe, daß die Quelle, so wie sie gegenwärtig zutage tritt, sich aus zwei Komponenten zusammensetzt, wovon eine wahrscheinlich aus beträchtlicher Tiefe stammend warm ist, die andere dagegen den oberen Erdschichten angehörig niedrigere Temperatur und geringeren Gehalt an gelösten Stoffen besitzt, als die erste. Im strengen Winter nun, wo alle Quellen von oberflächlichem Verlauf in ihrer Ergiebigkeit mehr oder weniger zurückgehen, liefert auch im vorliegenden Falle der kühlere Zufluß weniger oder vielleicht gar kein Wasser, während der tiefer entspringende in seiner Stärke wenig oder gar nicht beeinflußt wird. Die Quelle muß dann im Winter wärmer hervorsprudeln und salzreicheres Wasser geben als im Sommer, wo, vielleicht abgesehen von Zeiten langdauernder Trockenheit, der kühlere Zufluß wieder stärker wird.

Vergleicht man endlich die neugewonnenen Untersuchungsergebnisse mit älteren über die Zusammensetzung der Therme bekannt gewordenen, so kommen hiefür in Betracht die von L. v. Barth, K. Senhofer und R. Kölle im Jahre 1871 und die von A. Schwager im Jahre 1891 ausgeführte Analyse. Die Zahlen sind der Arbeit „Die Mineralquellen Tirols“ von J. Zehenter (diese Zeitschrift III. Folge Heft 37) entnommen.

	Gefunden		
	1903	1871	1891
Gesamtkohlensäure	0.19375	0.1880	nicht best.
Schwefelsäureanhydrid	0·08215	0·1090	0·0396
Kieselsäureanhydrid	0·00805	0·0093	0·0097

Chlor	0·00880	0·0106	0·0011
Salpetersäureanhydrid	0·00060	nicht bestimmt	
Phosphorsäureanhydrid	Spur	0·0002	nicht best.
Kalk (CaO)	0·13523	0·1636	0·0639
Strontian (SrO)	0·00032	nicht bestimmt	
Magnesia (MgO)	0·01895	0·0238	0·0310
Natron (Na ₂ O)	0·01060	0·0117	0·0079
Lithion (Li ₂ O)	0·00013	nicht bestimmt	
Kali (K ₂ O)	0·00375	0·0091	0·0079
Eisenoxyd (Fe ₂ O ₃)	0·00041	0·0022	0·0003
Tonerde Al ₂ O ₃)	Spur	0·0005	0·0026
Ammoniak	Spur	Spur	—
Summe			
der festen Bestandteile	0·35256	0·4513	0·2393

Demnach hat der Gehalt des Quellenwassers an festen Stoffen im Allgemeinen gegenüber dem Befund von 1871 etwas abgenommen und dem entsprechend sind alle einzelnen Stoffe ebenfalls annähernd im gleichen Verhältnis an Menge zurückgegangen. Eine Ausnahme von diesem Satz bildet die Gesamtkohlensäure, welche gegenüber der Menge im Jahre 1871 um ein wenig vermehrt ist. Es bildet nun eine willkommene Bestätigung des oben hinsichtlich der Schwankungen der Quelle Ausgeführten, daß v. Barth und seine Mitarbeiter Hand in Hand mit dem größeren Gehalt an gelösten Stoffen auch eine höhere Temperatur 22·9° C beobachteten.

Große Schwierigkeit bietet dagegen der Vergleich mit der Schwager'schen Analyse. Nicht nur war damals die Summe der festen Bestandteile auf etwa zwei Dritteile der 1903 und beinahe auf die Hälfte der 1871 gefundenen herabgesunken, sondern auch die Mengenverhältnisse der einzelnen Stoffe unter einander zeigen sich bei Schwagers Analyse zum Teil gänzlich verändert. Die Menge der Magnesia z. B. ist bei Schwager weit größer als selbst im Jahre 1871, dagegen Kalk und Schwefelsäure auf weniger als die Hälfte der v. Barth'schen Werte und der Zahlen von 1903 vermindert. Man müßte beim

Vergleich der Analysen glauben, ein anderes Wasser vor sich zu haben, wenn nicht die Temperatur 21.6°C betragen hätte, wie auch im Jahre 1903. Wie dem aber auch sei, jedenfalls haben sich die in Schwagers Analyse festgelegten beträchtlichen Änderungen nachher wieder ziemlich ausgeglichen.
