

VII. Chemische Untersuchung der warmen Quelle von Monfalcone nächst Triest.

Von Karl Ritter von Hauer.

Vorgelegt am 19. Juli 1858.

Die vorliegende Arbeit wurde in Folge einer Anordnung des hohen k. k. Ministeriums des Innern ausgeführt. Die Munificenz dieser hohen Behörde setzte mich in den Stand, die Localverhältnisse dieser Quelle aus eigener Anschauung kennen lernen, und somit eine umfassende Untersuchung bewerkstelligen zu können.

Die Quelle, welche den Gegenstand dieser Abhandlung bildet, befindet sich eine halbe Stunde von dem Städtchen Monfalcone entfernt, hart an der Poststrasse, welche von letzterem Orte nach Triest führt, und nicht weit von dem Flusse Timaus. Sie ist von Sümpfen, die Süßwasser enthalten und nicht sehr ausgebreitet sind, umgeben. In unmittelbarer Nähe erheben sich zwei kleine Kalksteinhügel, die einstens zwei vom Meere umspülte Inseln bildeten, und welche Plinius in seiner Naturgeschichte *Clarae* nannte. (*Hist. nat. Lib. III, Cap. XXVI, „Illirici ora mille amplius Insulis frequentantur natura vadoso mari aestuarisque tenui alveo intercurstantibus Clarae: ante ostia Timavi calidorum fontium cum aestu maris crescentibus“ etc.*) Auch diese Quelle war sonach schon den Römern bekannt. In der Mitte des vorigen Jahrhunderts fand man daselbst auch einige römische Bauüberreste, als Bruchstücke von Mosaikarbeiten, eine Bleiröhre mit der Aufschrift: „*Aqua Dei et vitae*“ etc. Mit dem Verfall des römischen Reiches erlagen auch die hiesigen Bauten der Zerstörung, und das Vorhandensein der Mineralquelle blieb Jahrhunderte lang in gänzlicher Vergessenheit. Erst im Jahre 1433 liess sie der damalige Podestà von Monfalcone Francesco Nani wieder aufsuchen, und mit einer geeigneten Fassung versehen. Eine Inschrift auf einer Steintafel aus jener Zeit, welche sich nun über dem Eingange des jetzigen Badegebäudes eingemauert befindet, gibt Kunde von der glücklichen Wiederauffindung. Seit dieser Zeit wird die Quelle ununterbrochen, bald mehr, bald minder frequentirt.

Das gegenwärtig hier befindliche Badegebäude ist ein ansehnlicher Bau aus Stein aufgeführt, und enthält 21 separirte Marmorwannen. Es wurde im Jahre 1837 von einer Actiengesellschaft, welche zum Behufe der Hebung des Bades ein Capital von 22000 Gulden zusammenschoss, errichtet. Allein die Aufführung des Badegebäudes, welches zwar allen Anforderungen entspricht, absorbirte diese ganze Summe, so dass keine anderweitigen Bauten für Unterkunft errichtet werden konnten. Es müssen sonach jene, welche das Bad besuchen wollen, in dem davon entfernten Monfalcone wohnen, was selbstverständlich mit grossen Unbequemlichkeiten verbunden ist. Hierin liegt der Grund, dass die Frequenz nicht so zahlreich ist, als es die gehaltvolle Quelle in der That wohl verdienen würde, und auch die Ertragsfähigkeit für die besitzende Gesellschaft weit unter dem Verhältnisse zum aufgewendeten Capitale zurück bleibt.

Zur Hebung dieser Uebelstände, und um den Aufenthalt an der Quelle, wie ihren Gebrauch den Besuchenden einladender zu gestalten, wurden zwei Projecte in Vorschlag gebracht. Das erste besteht darin, in der Umgebung der Quelle selbst Wohnhäuser und Etablissements für Erheiterung zu gründen, zu welchem Zwecke indessen wenigstens die in unmittelbarer Nähe der Quelle gelegenen Sümpfe

theilweise ausgetrocknet werden müssten, weil sonst schon das Vorurtheil den Aufenthalt daselbst verhindern würde. Um eine wirkliche Verschlechterung der Luft zu verursachen, sind die Sümpfe viel zu wenig ausgedehnt; auch bedingt die Nähe des Meeres einen häufigen erspriesslichen Luftwechsel.

Der andere Plan aber lautet dahin, das Wasser der Quelle mittelst einer Böhrenleitung in die Stadt zu führen, und daselbst entsprechende Badelocalitäten einzurichten, während Monfalcone wie bisher die Unterkunft bieten würde. Der Gehalt des Wassers könnte bei zweckmässiger Leitung nichts verlieren, als vielleicht ein nur unbedeutendes an der Temperatur. Beide Projecte erfordern eine nicht unbedeutliche Geldsumme, welche die wohlhabenden Bewohner von Monfalcone wohl aufbringen würden, wenn es ihnen ernstlich um die Hebung des Bades zu thun wäre, von der es indessen fraglich ist, ob es nicht gewagt sei sie aufzuwenden.

Die jetzige Entfernung der Quelle vom Meere beträgt ungefähr 2000 Schritte. Die Kalke, welche zwischen der Quelle und dem Meere lagern, und aus welchen erstere entspringt, gehören der Kreideformation an; sie sind theils licht gefärbt, theils fast schwarz. Letztere insbesondere entwickeln auf frischem Bruche einen bituminösen, und an Schwefelwasserstoff erinnernden Geruch.

Die Quelle von Monfalcone unterscheidet sich wesentlich von den meisten anderen Quellen dadurch, dass sie keinen Abfluss hat, sondern ein Bassin erfüllt, dessen Inhalt stagnirend ist, und nur in dem Maasse nachströmt, als davon geschöpft wird. Das Niveauverhältniss ändert sich nur mit der Fluth und Ebbe des Meeres in entsprechender Folge, mit welchem letzteren sonach die Quelle unzweifelhaft in unterirdischer Communication steht. Das Bassin, in welchem sich das Wasser sammelt, ist eine natürliche fast rechtwinklige Vertiefung im Kalkfelsen, welche einen Flächenraum von 780 Quadratfuss einnimmt. Im gegenwärtigen Momente aber ist dieses Reservoir wenig sichtbar, indem unmittelbar darüber das gleichfalls quadratische Badegebäude steht. Die tiefste Stelle des Bassins befindet sich fast im Mittelpunkt des letzteren. Aus dieser Vertiefung, die ungefähr 7 Fuss beträgt, wird das Thermalwasser mittelst Pumpen gehoben, und in bleiern Röhren zu den Wannen geleitet. Das durch Ausschöpfen entlehntes Wasser ersetzt sich bald wieder durch Zufluss, und es scheint so, dass nöthigen Falls, über grosse Mengen von Wasser verfügt werden könnte.

Das Niveau des Quellenbassins scheint ziemlich gleich mit jenem des nahe gelegenen Meeres zu sein.

Was die chemischen Verhältnisse des Wassers anbelangt, so wurden sie zuerst im Jahre 1804 von dem Apotheker Andreas Vidali erforscht.

Er fand in 1000 Theilen des Wassers :

Chlornatrium	10·83	Schwefelsauren Kalk	0·69
Chlormagnium	1·58	Kohlensauren Kalk	0·71
Schwefelsaure Magnesia	0·80		<u>14·61</u>

Eine Untersuchung von Chiozza im Jahre 1856 ausgeführt, ergab für 1000 Theile des Wassers, bei einem specifischen Gewichte desselben = 1·0115, folgende Bestandtheile :

Kieselerde	0·018	Chlorkalium	0·211
Thonerde und Eisenoxyd	0·002	Bromnatrium	0·029
Kohlensauren Kalk	0·123	Chlornatrium	9·614
Schwefelsauren Kalk	0·773		<u>12·693</u>
Schwefelsaure Magnesia	0·816	Freie Kohlensäure	0·295
Chlormagnium	1·107		

Wiewohl nicht zu erwarten war, dass eine abermalige Untersuchung wesentlich Neues der ausführlichen Analyse von Chiozza hinzufügen könnte, so knüpft sich doch an die Quelle von Monfalcone eine eigenthümliche Frage von besonderem Interesse.

Nach der allgemeinen Ansicht, und zu Folge älterer Angabe nämlich, hält man diese Quelle für eine Thermalquelle, welche sich nur zur Zeit der Fluth des Meeres mit dem Wasser desselben mischt. Auf diese in der Natur bewirkte Mischung legt man grosses Gewicht, und es werden auch nur zur Zeit der Fluth die Bäder gebraucht, da man sie dann am wirksamsten glaubt.

Ob dem wirklich so sei, oder ob die Quelle zu allen Tageszeiten gleiche Mischungsverhältnisse mit Meerwasser zeige, oder wohl gar lediglich aus infiltrirtem Meerwasser bestehe, welches beim Durchsickern durch die trennenden Kalkschichten noch an fixen Stoffen aufnimmt oder davon absetzt, sind Fragen, die auch durch die neueste Analyse von Chiozza nicht gelöst wurden.

Es konnte vorausgesetzt werden, dass vergleichende Analysen, angestellt mit Wassermengen, welche zu verschiedenen Tageszeiten geschöpft waren, einen vollständigen Aufschluss hierüber geben mussten. Schon der höhere oder mindere Gehalt an Chlornatrium allein konnte genügend sein, um zu zeigen, ob das Meerwasser in variablen Mengen der Quelle beigemischt sei. Ich schöpfte somit zur Zeit der höchsten Fluth und der tiefsten Ebbe getrennte Wassermengen, und unterwarf jede für sich der Analyse.

In Wirklichkeit zeigen die Differenzen der weiter unten angeführten Gewichtsbestimmungen, dass der Unterschied nur auf den nothwendigen Beobachtungsfehlern beruht, und dass die Zusammensetzung des Quellwassers, da sie in den beiden extremsten Fällen fast absolut gleich gefunden wurde, gewiss zu allen Tageszeiten unverändert ist.

Qualitative Analyse.

Das Wasser ist klar und farblos. Der Geschmack salzig bitterlich, wie jener des Meerwassers. Nach älteren Angaben hat das Wasser einen Geruch nach Schwefelwasserstoff. Ich fand, dass der Geruch nach diesem Gas sehr schwach, manchmal gar nicht zu bemerken ist.

Auch mir gelang es nicht, Jod im Wasser nachzuweisen, so wie Chiozza keines fand. Ich verwendete hiezu den Extract von abgedampften 8 Litres Wasser und prüfte mit Stärke und Salpetersäure nach der bekannten Methode.

Beim Abdampfen setzt das Wasser einen sehr geringen Niederschlag ab, bestehend aus kohlensaurem Kalk. Magnesia enthielt der Niederschlag nicht.

Die Menge der Thonerde und des Eisens ist sehr gering, doch lässt sich die Gegenwart beider unzweifelhaft constatiren.

Brom ist in solcher Menge zugegen, dass es nicht schwierig zu finden ist. Im Rückstand der obigen abgedampften 8 Litres wurde es nach der bekannten Methode mit Schwefelkohlenstoff leicht gefunden.

Was die Temperatur der Quelle anbetrifft, so fand ich sie zwischen 29 und 30 Grad Réaumur. Man behauptet zwar, dass zur Zeit der Fluth die Temperatur etwas höher sei. Ich konnte diess indessen nicht zuverlässig constatiren, da die Localverhältnisse nicht erlauben, genaue Temperaturmessungen vorzunehmen. Auch kann das Thermometer nur in das Bassin, und nicht in den eigentlichen Ursprung der Quelle eingesenkt werden. Die übrigen unten angeführten Bestandtheile wurden nach gewöhnlichen Methoden gefunden.

Quantitative Analyse.

Die für die quantitative Analyse erforderlichen Wassermengen wurden am 18. Juni dieses Jahres geschöpft. Das zur Zeit der Fluth geschöpfte Wasser ist im Folgenden mit *A*, jenes zur Zeit der Ebbe entnommene aber mit *B* bezeichnet.

Das spezifische Gewicht ergab sich für *A* und *B* vollkommen gleich, nämlich = 1·010132 bei 22° C.

Analytische Resultate.

1) Fixer Rückstand im Ganzen.

A. 250 C. C. = 252·533 Gramm Wasser gaben beim Verdampfen 3·322 Gramm.

B. 100 C. C. = 101·013 Gramm Wasser gaben beim Verdampfen 1·340 Gramm.

Das Abdampfen zur Trockne geschah unter Zusatz einer gewogenen Menge von kohlensaurem Natron, wegen vorhandenem Chlor- und Brommagnium.

2) Schwefelsäure.

A. 500 C. C. = 505·066 Gramm Wasser gaben 1·463 Gramm schwefelsauren Baryt = 0·502 Gramm Schwefelsäure.

B. 500 C. C. Wasser gaben 1·459 Gramm schwefelsauren Baryt = 0·501 Gramm Schwefelsäure.

3) Chlor und Brom.

A. 200 C. C. = 202·026 Gramm Wasser gaben 5·706 Gramm Chlor- und Bromsilber.

B. 200 C. C. = 202·026 Gramm Wasser gaben 5·686 Gramm Chlor- und Bromsilber.

Da die bisher angeführten, so wie alle folgenden Bestimmungen mit jenen von Chiozza sehr nahe übereinstimmten, so erschien es überflüssig die Menge des Broms noch einmal zu ermitteln, da hiezu abermals 8—10 Litres hätten eingedampft werden müssen. Es wurde sonach die von ihm gefundene Menge den folgenden Berechnungen zu Grunde gelegt. Chiozza fand aber in einem Litre Wasser 0·020 Gramm Brom. Es gaben sonach nach Abzug der entsprechenden Menge Bromsilber :

A. In 200 C. C. 5·697 Gramm Chlorsilber = 1·409 Gramm Chlor.

B. In 200 C. C. 5·677 Gramm Chlorsilber = 1·404 Gramm Chlor.

4) Kohlensäure.

A. 500 C. C. = 505·066 Gramm Wasser gaben 0·788 Gramm kohlensauren Baryt = 0·176 Gramm Kohlensäure.

5) Kieselerde.

1500 C. C. = 1515·198 Gramm Wasser gaben 0·022 Gramm Kieselerde.

6) Thonerde und Eisen.

Die geringe Menge dieser beiden Bestandtheile gestattete nicht eine quantitative Trennung vorzunehmen, daher sie vereinigt aufgeführt erscheinen.

1500 C. C. gaben 0·012 Gramm Thonerde und Eisenoxyd.

7) Kalkerde.

- A. 1500 C. C. Wasser gaben 1·168 Gramm kohlensauen Kalk = 0·654 Gramm Kalk.
 B. 1000 C. C. = 1010·132 Gramm Wasser gaben 0·849 Gramm kohlensauen Kalk = 0·475 Gramm Kalk.

8) Talkerde.

- A. 1500 C. C. Wasser gaben 2·425 Gramm pyrophosphorsaure Magnesia = 0·873 Gramm Magnesia
 B. 1000 C. C. Wasser gaben 1·700 Gramm pyrophosphorsaure Magnesia = 0·612 Gramm Magnesia.

9) Kali und Natron.

- A. 1000 C. C. Wasser gaben 10·500 Gramm Chlorkalium und Chlornatrium.
 B. 500 C. C. Wasser gaben 5·298 Gramm Chlorkalium und Chlornatrium.

A. Die obigen 10·500 Gramm der Chlormetalle mit Platinchlorid versetzt, der Niederschlag gegläht und mit heissem Wasser ausgelaugt gaben :

0·282 Gramm Platin = 0·133 Gramm Kali.

Es erübrigen sonach in :

A. 10·246 Gramm Chlornatrium = 4·028 Gramm Natrium.

In B nach Abzug der gleichen Menge Chlorkalium :

5·171 Gramm Chlornatrium = 2·033 Gramm Natrium.

10) Schwefelwasserstoff.

Dieses Gas ist nur in Spuren vorhanden und erlaubte keine quantitative Bestimmung.

1000 Theile des Wassers enthalten sonach :

Bestandtheile:	Nach meiner Analyse		Nach der Analyse von Chiozza.
	A.	B.	
Fixen Rückstand	13·154	13·266	12·699
Schwefelsäure	0·994	0·992	0·999
Chlor	6·974	6·949	6·762
Brom	—	—	0·019
Kohlensäure	0·348	—	0·349
Kieselsäure	0·014	—	0·018
Thonerde und Eisenoxyd	0·007	—	0·002
Kalkerde	0·432	0·470	0·387
Talkerde	0·576	0·605	0·738
Kalium	0·109	—	0·110
Natrium	3·987	4·025	3·881
Schwefelwasserstoff	Spuren	—	—

Die Uebereinstimmung in den Resultaten dieser Analysen zeigt zur Genüge, dass das zur Zeit der Fluth und Ebbe geschöpfte Quellwasser vollkommen gleiche Bestandtheile enthält, und dass von einer variablen Mischung mit Meerwasser keine Rede sei.

Die Menge des durch Kochen des Wassers abgeschiedenen Kalkes betrug von 1000 C. C. Wasser A. 0·128 Gramm kohlensauen Kalk = 0·072 Gramm Kalk = 0·071 in 1000 Theilen des Wassers. Das Filtrat enthielt 0·739 Gramm kohlensauen Kalk = 0·413 Gramm Kalk = 0·408 in 1000 Theilen des Wassers, was mit der obigen Gesamtbestimmung genügend übereinstimmt.

Aus diesen gegebenen Bestandtheilen lassen sich sonach für 1000 Theile des Wassers folgende Salzcombinationen als vorhanden berechnen :

Aus der Analyse *A* entwickelt:

CaO	0·071	}	0·127 kohlensaurer Kalk,
CO ₂	0·056		
CaO	0·361	}	0·876 schwefelsaures Kali,
S O ₃	0·512		
KaO	0·132	}	0·244 schwefelsaurer Kalk,
S O ₃	0·112		
NaO	0·284	}	0·651 schwefelsaures Natron,
S O ₃	0·367		
Na	3·777	}	9·606 Chlornatrium,
Cl	5·829		
Mg	0·387	}	1·532 Chlormagnium,
Cl	1·145		
Mg	0·003	}	0·022 Brommagnium.
Br	0·019		
			0·014 Kieselsäure,
			0·007 Thonerde und Eisenoxyd,
			13·079 Summe der fixen Bestandtheile,
			13·154 gefunden als Abdampfückstand.

Die Kohlensäure, die erforderlich ist den Kalk in Lösung zu erhalten, beträgt..... 0·112
 Mithin erübrigt freie Kohlensäure..... 0·236

Der Gehalt des Wassers beträgt sonach:

Bestandtheile:	In 1000 Grammen	In 7680 Granen=1 Pfd.
	Gramme:	Grane:
I. Fixe Bestandtheile.		
Zweifach kohlensaurer Kalk	0·183	1·405
Schwefelsaurer Kalk	0·876	6·728
Schwefelsaures Kali.....	0·244	1·874
" Natron.....	0·651	4·500
Chlornatrium	9·616	73·774
Chlormagnium.....	1·532	11·766
Brommagnium.....	0·022	0·169
Kieselsäure	0·014	0·107
Thonerde und Eisenoxyd.....	0·007	0·054
II. Flüchtige Bestandtheile.		
Schwefelwasserstoff	Spuren	Spuren
Freie Kohlensäure	0·236	1·812
Summe aller Bestandtheile	13·371	102·189

Bei dieser Combinirung der Säuren und Basen zu Salzen wurde die stärkste Säure, die Schwefelsäure, zuerst mit dem im gekochten Wasser gelösten Kalke, der Rest aber mit den stärksten Basen Kali und Natron verbunden gedacht. Die Menge des Chlors aber zuerst mit Natrium, der Rest mit Magnium verbunden angenommen. Das Brom musste sonach ebenfalls an Magnium gebunden supponirt werden. Wie aus der oben angeführten Analyse von Chiozza hervorgeht, berechnet dieser die Säuren und Basen in wesentlich differirenden Combinationen.

Nebst den localen Verhältnissen der Quelle, als ihrer Nähe vom adriatischen Meere, dem Wechsel ihres Niveaus mit der Fluth und Ebbe des letzteren, spricht auch der hohe Gehalt an Chlornatrium und Chlormagnium, wie ihn nur das Meerwasser enthält, unzweifelhaft dafür, dass ihr wesentlichster und jedenfalls auch der Menge nach vorwiegendster Bestandtheil Meerwasser sei, und dass sie in ununterbrochener unterirdischer Communication damit stehe.

Die angeführten Analysen sind also wohl auch geeignet das Vorurtheil zu unterdrücken, als könne die Wirksamkeit der Quelle auf den menschlichen Organismus zur Zeit der Fluth eine gesteigerte sein, da sie eben gleich allen anderen

Mineralquellen unwandelbar, dieselben Gewichtsmengen aufgelöster Stoffe, zu allen Zeiten enthält.

Es erübrigte somit nur noch eine Erklärung für die höhere Temperatur des Quellwassers zu finden. Allein diese ist sehr nahe liegend, wenn man die unterirdischen Canäle, welche die Communication mit dem Meere vermitteln, vom Grunde der nahen Meeresbucht heberförmig gegen die Tiefe sich senkend, und dann wieder an die Oberfläche empor steigend denkt. Die Temperatur der Quelle drückt dann einfach die Tiefe dieser Senkung aus. Diese Vorstellung hat nichts unwahrscheinliches, wenn man sich erinnert, dass das hiesige Terrain eine Fortsetzung der Kalkzüge des Karstes ist, deren zahlreiche Zerklüftungen, und sich weit erstreckende Hohlräume hinlänglich constatirt sind. Bekanntlich entspringt auch nicht entfernt von hier der Fluss Timaus, der bei Duino ins Meer mündet, in seiner ganzen Mächtigkeit aus einer Felsenhöhle.

Bezüglich der Frequenz wäre dieses Bad wegen seiner Nähe von Triest befähigt, vorzüglich von dorthier zahlreicheren Besuch zu erhalten, um so mehr als das doppelte Communicationsmittel zu Lande mit der Eisenbahn, und zu Meer mit den Dampfschiffen des Lloyd eine schnelle und bequeme Hieherkunft sichert. Allein es ist nicht zu verkennen, dass das ziemlich Trostlose der Umgegend, welche fast jedes Reizes von Naturschönheiten entbehrt, ein gewaltiges Hinderniss bieten wird, dieses Bad je in ein stark besuchtes zu verwandeln. Selbst wenn eines der beiden oben angeführten Projecte zur Ausführung kommen sollte, wird es kaum möglich sein eine grosse Menge von Frequentanten heranzuziehen, als eben jene Anzahl wirklich Kranker, denen der Gebrauch der hiesigen Quelle als eine gebieterische Nothwendigkeit erscheint. Um aber für diese eine genügende Unterkunft nächst der Quelle zu gründen, bedürfte es in der That nicht solcher Mittel, welche eine ausserordentliche Unterstützung erheischen, sondern genügte ein mässiger Zuschuss zu dem bereits aufgewendeten Capitale, um dieses mit Benützung der jetzt bestehenden Badeanstalt zu einer entsprechenden Rentabilität zu bringen.

VIII. Arbeiten in dem chemischen Laboratorium der k. k. geologischen Reichsanstalt.

Von Karl Ritter von Hauer.

1) Braunkohle von Freienstein in Steiermark. Zur Untersuchung übergeben von Herrn Senoner.

Aschengehalt in 100 Theilen	2·6	Wärme-Einheiten	5262
Wassergehalt in 100 Theilen	10·0	Äquivalent einer Klafter 30" weichen	
Reducirte Gewichts-Theile Blei	23·11	Holzes sind Centner	9·9

2) Sphärosiderit von Voynicz bei Tarnow in Galizien. Zur Untersuchung übergeben von Herrn v. W ag u s z a.

Die Auffindung der mächtigen Eisensteinlager, von welchen das untersuchte Stück herrührt, datirt aus neuester Zeit und ist wegen der waldreichen Umgebung bezüglich einer ins Leben zu rufenden Eisenindustrie von grosser Bedeutung.

100 Theile enthalten :

Kohlensaures Eisenoxydul	84·70 = 40·89 Eisen.
Kohlensaure Kalkerde	2·28
Magnesia	3·27
Unlöslich	8·97