

CHEMIE.

Einige Angaben über die Mineralbestandtheile der Basler Trinkwasser.

Vortrag, gehalten in der Sitzung der Baslerischen Natur-
forschenden Gesellschaft vom 29. Mai 1872

von

Dr. Friedrich Goppelsröder,

Director der École de Chimie zu Mülhausen i. E.

Schon mehrmals habe ich in unseren Sitzungen über das Wasser gesprochen und dabei Ihre Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die Verunreinigungen im städtischen Boden und auf die Mittel zu deren Nachweis hingelenkt. Dieses Mal hingegen beabsichtige ich einige Resultate qualitativer und quantitativer Bestimmungen der normalen Bestandtheile, namentlich der von auswärts in unsere Stadt geleiteten Quellwasser, mitzutheilen. (In der Sitzung vom 29. Mai 1872 stellte ich mit allen diesen Wassern eine Anzahl vergleichender Reactionen an.)

Wenn die Frage aufgestellt wird: „wie soll ein Trinkwasser beschaffen sein?“ so lautet gewiss bei Jedem, Fachmann oder Laie, die Antwort: „es müsse klar, geruchlos und nicht unangenehm schmeckend sein“. Eine gute Beigabe ist die Frische. Dringen wir aber etwas einlässlicher in dieses Capitel ein, so treffen wir noch mancherlei Wünsche an, welchen ein Trinkwasser genügen sollte. Wir treffen z. B. die Ansicht ziemlich verbreitet, dass ein

gewisser Gehalt an atmosphärischer Luft, das heisst an atmosphärischem Sauerstoffe, in einem guten Trinkwasser nicht fehlen dürfe. Nach Baumert zum Beispiel enthielt die Luft, in 11 ° Celsius warmem Regenwasser absorbiert, das erst nach mehrstündigem Regen aufgefangen worden war, 64.⁴⁷ Volumprocente Stickstoff, 33.⁷⁶ Volumprocente Sauerstoff und 1.⁷⁷ Volumprocente Kohlensäure. Die Mengen der beiden Hauptgase der Luft stehen sehr nahe im Verhältnisse der Producte aus den relativen Mengen derselben in der Atmosphäre und den Absorptionscoëfficienten derselben, und so wird also sowohl vom atmosphärischen wie vom Fluss- und Quellwasser im Verhältnisse mehr Sauerstoffgas wie Stickstoffgas absorbiert. Bei der Berührung der Wasser mit anderen Stoffen können dann allerdings Veränderungen eintreten; es können zwischen diesen und dem absorbierten Sauerstoffe chemische Wechselwirkungen stattfinden, welche die Menge des Sauerstoffes oft bedeutend verringern oder denselben ganz verschwinden machen. Indem ich die Mannigfaltigkeit an möglichen Oxydationserscheinungen nur andeuten will, erwähne ich beispielsweise die Wirkung von Erde mit einem Gehalt an organischen Substanzen oder an Eisenoxydulsalzen oder an gewissen oxydirbaren Schwefelverbindungen. Bei einem Gehalte der das Wasser durchlassenden Erde an organischer Materie wird es uns nicht wundern, wenn wir in dem aus der Erde herausfliessenden Wasser nicht mehr die Luft mit ihrem ursprünglichen Verhältnisse zwischen Sauerstoff und Stickstoff, sondern eine solche antreffen, welche ein Gemenge von Kohlensäuregas oder eines kleinen Restes von Sauerstoff mit Stickstoff oder gar nur Stickstoff ist. Sollte auch der Sauerstoffgehalt eines Wassers die Bedeutung nicht haben, welche man ihm zugeschrieben hat, so hängt doch seine Anwesenheit im Wasser mit der Abwesenheit leicht oxydirbarer, meist organischer Stoffe im Boden, wodurch das

Wasser strömte, sowie mit der Reinheit des Wassers selbst zusammen. Hauptsächlich in dieser Hinsicht bietet die Prüfung eines Wassers auf Sauerstoff dem Chemiker Interesse.

Bekanntlich zeigt das Grellingerwasser die Eigenschaft, beim Ausfließen aus dem Hahnen zu perlen und ziemlich viel Luft zu entwickeln. Herr Professor Eduard Hagenbach hat (siehe diese Verhandlungen 1869, V. Theil, II. Heft) nachgewiesen, dass diese Luft erst im Bassin auf dem Bruderholze hineingeschlürft, in Folge des bedeutenden Druckes im Wasser aufgelöst und dann beim Ausfluss durch die Druckverminderung wieder frei wird. Das von Herrn Hagenbach untersuchte Wasser enthielt etwa fünf Volumprocente Luft, was einer Sättigung bei einem Drucke von circa drei Atmosphären entspricht.

Was die eigentlich freie Kohlensäure anbetrifft, so kommt dieselbe in gewöhnlichen Quell- und Flusswassern nur in kleinen Mengen vor und die bei Wasseranalysen als frei aufgezählte Kohlensäure reicht gewöhnlich nur hin, um mit dem Calcium- und Magnesiumcarbonat Bicarbonate, also im Wasser lösliche Salze zu erzeugen. Schon das Regenwasser ist selten frei von Kohlensäure; der Gehalt desselben an diesem Gase beträgt aber nach Baumhauer im Maximum bloss $\frac{1}{110}$ Volumprocent des Wassers. Die Menge der ganz ungebundenen Kohlensäure eines Wassers vermindert sich schon durch Verdunstung beim offenen Stehen an der Luft, ohne dass erwärmt zu werden brauchte, und man kann solche freie Kohlensäure schon durch Schütteln oder durch eine geringe Erwärmung des Wassers austreiben. Die sogenannte halbgebundene Kohlensäure entweicht auch durch Verdunstung aus dem Wasser, wenn auch nicht so leicht, wie die freie es thut. Aus diesem Grunde bilden sich der Kalktuff und ähnliche Absätze bei Quellen, sowie die Ansätze in den Trinkwasserflaschen.

Flusswasser sind gewöhnlich ärmer an Kohlensäure als Brunnenwasser, weil sie während ihres Laufes einen Theil derselben durch Verdunstung verlieren; sie enthalten aber immer oder doch meistens mehr Kohlensäure als das Regenwasser. Zwischen gewöhnlichen Quellwassern und Mineralwassern lässt sich in dieser Hinsicht keine scharfe Grenze ziehen. Aus dem etwas reichlicheren Kohlensäuregehalt kann auch sicher nicht auf grössere Vorzüglichkeit eines Wassers geschlossen werden. Es kann ja sogar die Kohlensäure, wie ich schon angedeutet habe, mit organischen Beimengungen zusammenhängen.

Der wichtigste Lieferant von Kohlensäure ist das Erdinnere, aus dessen Tiefe Ströme von Kohlensäure hervorbrechen, welche theils als die so häufigen Kohlensäuregasexhalationen in die Atmosphäre gelangen, theils aber von dem in die Tiefe dringenden atmosphärischen Wasser gelöst werden und dann als Kohlensäurerlinge hervorsprudeln. Es sind bekanntlich verschiedene Erklärungen über die Ursache der Kohlensäureexhalationen versucht worden. Nach der einen zum Beispiele sollen in einer Tiefe, bis zu welcher die immer zunehmende Temperatur bis zur Glühhitze gesteigert ist, Lager von kohlenurem Kalke, so wie es in unseren Kalköfen geschieht, in Actzkalk und Kohlensäure zersetzt werden. Nach einer anderen sollen die Carbonate des Calciums, Magnesiums und Eisens, wenn sie mit Quarz gemengt im Innern der Erde vorkommen, durch siedendes Wasser zersetzt und dadurch die Kohlensäure entwickelt werden. Eine andere Kohlensäurequelle, welche in verschiedenen Tiefen existiren kann, ist auch die der Einwirkung von Oxyden oder Oxydsalzen auf organische Ueberreste. Wenn nun auch die gewöhnlichen Quellwasser und die durch Sand und Gerölle seitwärts dringenden Flusswasser ihre Kohlensäure ganz oder zum Theil den ziemlich allgemein verbreiteten Kohlensäure-

entwicklungen aus der Tiefe verdanken können, so stammt dieselbe doch meist aus Fäuhiss- und Verwesungsprozessen, welche in der Dammerde (oder im lockeren städtischen Terrain) stattfinden. In den *compt. rend. T. XXXV p. 765* finden wir eine interessante Arbeit von Boussingault und Lewy über die Mengen von Kohlensäure in verschiedenen Bodenarten respective Ackerboden, aus welcher ich bloss einige Angaben herausnehme. Wir ersehen nämlich daraus, dass die Bodenluft sehr viel reicher an Kohlensäure wie die atmosphärische Luft ist. Die Menge der Kohlensäure der Bodenluft beträgt in weniger humusreichem und längere Zeit nicht gedüngtem Boden etwa 25 mal, in kurz vorher gedüngtem Boden sogar 250 mal mehr als der Normalgehalt der atmosphärischen Luft.

Hat nun aber ein Wasser Kohlensäuregas aufgelöst, so erlangt es die Fähigkeit, eine viel grössere Menge von Carbonaten als sonst aufzulösen. Was die viel grössere Löslichkeit des Calcium- und Magnesiumcarbonats im Wasser bei Anwesenheit freier Kohlensäure anbetrifft, so ist dieselbe verschieden je nach der Dauer der Einwirkung des Gases, je nach der Innigkeit der Berührung, je nach dem Drucke, unter welchem sich die Kohlensäure befindet, und je nach den Temperaturverhältnissen. Auch G. Bischof, siehe dessen Werk über chemische und physikalische Geologie, hat Versuche über die Löslichkeit des kohlen-sauren Kalkes in kohlen-saurem Wasser in grossem Maass-stabe angestellt. In 1000 Theilen Wassers wurden 1.012 Theile kohlen-saurer Kalk als Maximum gelöst. Derselbe war der Einwirkung des kohlen-sauren Wassers bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Drucke bloss im mechanisch zertheilten Zustande ausgesetzt worden. Danach ist Talk-erdecarbonat etwas löslicher als Kalkerdecarbonat. Bei Gegenwart gewisser Salze können diese die Löslichkeit des kohlen-sauren Kalkes nicht unerheblich vermehren.

Hinsichtlich der Kohlensäuremenge in verschiedenen Wasserquellen will ich nur wenige Angaben machen. Beim Flusswasser ist die Gasmenge überhaupt sehr wechselnd, im Winter grösser als im Sommer, namentlich die Menge der Kohlensäure und des Sauerstoffs. Das Flusswasser kann bis 0.55 Zehntausendstel seines Gewichtes Kohlensäuregas enthalten, welches jedoch wohl als sogenannte halbgebundene Kohlensäure angenommen werden muss. Wenn der geschmolzene Schnee die Flüsse speist, so sind sie wie an Stickstoff, Sauerstoff und kohlensaurem Kalke auch arm an Kohlensäure. In den gemeinen Trinkwässern ist die Menge der freien und halbgebundenen Kohlensäure sehr verschieden. Maumené fand zwischen 122 bis 484 Zehntausendstel Volum; Deville 260 bis 390.

Ueber die organischen Stoffe und damit Zusammenhängendes, namentlich auch über die Nitrite, habe ich mich in früheren Arbeiten in ausführlicher Weise ausgesprochen. Wenn ich im Folgenden von den festen Stoffen eines Wassers rede, so verstehe ich darunter Mineralstoffe mit blossen Spuren oder einer sehr geringen Menge von organischen Substanzen.

Ueber die zuträgliche Menge von festen Stoffen ist schon Vieles verhandelt worden. Bolley, um ein Beispiel anzuführen, gestattete als Grenze für dieselbe $\frac{1}{2}$ Gramm in einem Liter Wasser. Da jedoch, wo namentlich Sode mit Wasser, das kohlensauren Kalk enthält, ohne weitere Verunreinigung, zu Gebote stehen, dürfte diese scharfe Grenze gar nicht zu ziehen sein, ohne die Menge des Trinkwassers geradezu auf Null zu reduzieren. Bei uns erreicht die Menge der festen Stoffe in unseren wirklich guten Trink- respective Quellwassern niemals die von Bolley genannte Maximalgrenze. Anders steht es freilich, wie ich zur Genüge bewiesen habe, mit unseren Sodwassern.

Gehen wir nun kurz die verschiedenen mineralischen Bestandtheile durch, wozu namentlich Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor, Kieselsäure, Eisenoxyd, Thonerde, Kalk, Magnesia, Natron und Kali gehören, die in Form von Carbonaten, Sulfaten, Silicaten und Chlorüren vorhanden sind, so fallen uns in erster Linie die Kalksalze auf, welche dem Wasser die Eigenschaft der Härte ertheilen. Ebenso wirken die Magnesiumsalze, Eisenoxydul- und Manganoxydulsalze, welche letzteren zwei bei uns freilich, die letzten gar nicht, die vorletzten kaum in Betracht fallen. Von der ungünstigen Wirkung unserer harten Wasser auf trockene Gemüse, Hülsenfrüchte u. s. w. beim Kochen, sowie auf Seife beim Waschen und von der Härtebestimmung habe ich früher ausführlich berichtet. Ich habe mit unseren verschiedenen hiesigen Wassern Berechnungen angestellt, deren Resultate ich Ihnen hier vorweise und bei welchen ich in 1 Gramm Kernseife 0.075 Gramme Natron angenommen habe.

Ein Liter Wasser enthält Gramme Kalk:	Der in einem Liter Wasser enthaltene Kalk verursacht die Zersetzung von Gram- men Kernseife mit 7 1/2 % Natrongehalt:
---	--

I. Grundwasser Grossbasels:

1) Gerberberglochbrunnen	0.206	Gramme	3.04	Gramme
2) Stadthauslochbrunnen	0.2045	„	3.01	„
3) Sod Nr. 56 Freiestrasse	0.2470	„	3.64	„
4) Sod Spalenberg Nr. 2	0.1773	„	2.61	„
5) Sod Brauerei Fritz Merian Steinenvorstadt	0.2256	„	3.32	„
6) Sod Lohgerberei Steinen- vorstadt *	0.1500	„	2.21	„
7) Sod Rümelinbachweg Nr. 12 **	0.1054	„	1.54	„
8) Sod Binningerstrasse Nr. 3	0.2234	„	3.29	„
9) Sod Binningerstrasse Nr. 19	0.2024	„	2.98	„

* und ** durch den Rümelinbach beeinflusst.

	Ein Liter Wasser enthält Gramme Kalk:	Der in einem Liter Wasser enthaltene Kalk verursacht die Zersetzung von Gram- men Kernseife mit 7½ % Natrongehalt:
I. Grundwasser Grossbasels:		
10) Versuchssod alte Gasfabrike	0.1825 Gramme	2.69 Gramme
11) Sod Centralbahnhof	0.1322 „	1.94 „
12) Sod St. Jakobsstrasse Nr. 3	0.2406 „	3.54 „
13) Sod Aeschenvorstadt Nr. 55	0.2350 „	3.46 „
14) Sod Nauenstrasse Nr. 1	0.1848 „	2.72 „
II. Grundwasser Kleinbasels:		
1) Sod Fabrike J. R. Geigy	0.0550 Gramme	0.80 Gramme
2) Sod Riehenstrasse Nr. 17	0.0466 „	0.69 „
3) „ „ „ 8	0.0585 „	0.86 „
4) „ „ „ 21	0.0500 „	0.73 „
5) Sod Riehenteichweg Nr. 26	0.0818 „	1.20 „
6) Sod Sperrstrasse Nr. 55 u. 57	0.0936 „	1.37 „
7) Städtisches Pumpwerk	0.0555 „	0.81 „
8) Sod Hammerstrasse Nr. 100	0.1589 „	2.34 „
III. Quellwasser:		
1) Riehenquellwasser	0.1543 Gramme	2.28 Gramme
2) Spalenwerkwasser	0.1473 „	2.17 „
3) Margarethenwerkwasser	0.1533 „	2.26 „
4) Angensteinerwasser, vier Quellen	0.107/0.1378 „	2.02 „
5) Pelzmühlequellwasser	0.1262 „	1.86 „
6) Kaltbrunnquellwasser	0.1738 „	2.56 „
7) Bottmingerquellwasser	0.1416 „	2.09 „

Ein Liter des Grundwassers der grossen Stadt enthielt sonach in 14 Fällen und an verschiedensten Stellen heraufgepumpt 0.105 bis 0.247 Gramme Kalk, das der kleinen Stadt in 8 Fällen 0.046 bis 0.159 Gramme, ein Liter der von auswärts in die Stadt geleiteten Quellwasser 0.107 bis 0.174 Gramme. Das Sodwasser der grossen Stadt enthält durchschnittlich am meisten Kalk von allen hiesigen zu ökonomischen Zwecken verwandten Wassern. Das Grossbasler Grundwasser liefert desshalb

auch am meisten Kesselstein. Nr. 6 mit nur 0.150 Grammen und Nr. 7 mit nur 0.105 Grammen Kalk im Liter sind unzweifelhaft durch den Rümelinbach beeinflusst.

Die Hausfrauen sowohl wie auch die Färber und Waschanstalten brauchen somit am wenigsten Seife, wenn sie sich des Wiesewassers, mehr als anderthalb mal mehr, wenn sie sich des Rheinwassers, und mehr als zweimal mehr, wenn sie sich des Birswassers bedienen. Bei den Sodwassern Kleinbasels braucht es mindestens so viel Seife wie beim Wiesewasser, meistens aber etwa so viel wie beim Rheinwasser. Die Lochbrunnenwasser und Sodwasser Grossbasels verzehren 3mal bis $4\frac{1}{2}$ mal so viel Seife wie das Wiesewasser und eine Reihe von Soden Kleinbasels, während die auswärtigen Quellwasser nur etwa $2\frac{1}{2}$ mal so viel zur Fällung ihres Kalkes nöthig haben.

Am härtesten sind demnach die Lochbrunnenwasser und Sodwasser Grossbasels, am weichsten die Sodwasser Kleinbasels und die Flusswasser, namentlich das Wiesewasser, während die Quellwasser eine mittlere Härte besitzen. Dadurch sollen nur die mittleren Verhältnisse ausgedrückt sein.

Von den Alkalisalzen zeigt sich am häufigsten das Kochsalz; auch Ammoniaksalze möchten nie ganz fehlen, kommen aber, wie ich früher gezeigt habe, in noch weit geringerer Menge in den Wassern vor, als von Manchen angenommen wurde, und auch andere Analytiker sind zu demselben Resultate gelangt. Es hängt diess eben mit der in jedem nicht besonders verunreinigten Wasser vorhandenen Sauerstoffmenge und der dadurch veranlassenen Oxydation zusammen.

Alaunerde und Kieselerde kommen in einer für die Gesundheit einflusslosen Menge vor. Ebenso Phosphorsäure, Eisen und Mangan. Lithium möchte verbreiteter sein, als angenommen worden ist, möchte aber zum Beispiele

bei uns nur spectral-analytisch nachzuweisen sein, wie das Herr Cornu vom Hause J. R. Geigy für das Wiesewasser gethan hat. Hinsichtlich der Kieselerde und der Silicate wissen wir schon seit Marggraf (1761), dass das siedende Wasser das Glas der Retorten zum Beispiele angreift und Alkali, Kalk und Kieselerde desselben aufnimmt. Ohne mich in die von Forchhammer, Struve, Bunsen und Anderen aufgefundenen Thatsachen einzulassen, erwähne ich nur, dass sich in allen Gewässern auf der Erde Kieselerde vorfindet. Bischof glaubt, dass die in den natürlichen Wassern gelöste Kieselerde als saures Alkalisilicat darin enthalten sei. Es können alle möglichen Alkali- und Alkalierdsilicate in Lösung enthalten sein. Pagenstecher und Müller haben bei ihrer Analyse der Quellen und Brunnen Berns und seiner Umgebung 1844 gefunden, dass die directe Bestimmung der Kohlensäure des kohlensauren Kalkes, und zwar als einfaches Carbonat angenommen, weniger Kohlensäure lieferte, als der Kalk erforderte. Sie nahmen daher an, dass ein geringer Theil des Kalkes nicht als Carbonat, sondern als Silicat zu betrachten ist. Es können jedoch wohl nur süsse Wasser, nicht aber Kohlensäuerlinge Kalksilicat enthalten, da die freie Kohlensäure das gelöste Kalksilicat zersetzen würde.

Ueber die Menge der einzelnen Mineralbestandtheile in einem Liter der verschiedenen Wasserquellen Basels gibt die beiliegende Tabelle (I) Aufschluss, wobei zum Vergleiche auch die von Herrn Dr. Aeby in Bern erhaltenen Resultate über die Wasser Berns aufgezählt sind.

Hinsichtlich der Menge der einzelnen Bestandtheile in einzelnen Wassern beschränken sich meine Bestimmungen auf das in den folgenden zwei Tabellen (II und III) Verzeichnete. Hoffentlich wird eine jüngere Kraft in Basel diese Untersuchungen weiter ausdehnen. Die Bestimmungen sind nach den von Fresenius empfohlenen Methoden ausgeführt worden.

Hinsichtlich der einzelnen Bestandtheile der baslerischen Trinkwasser finden wir grosse Unterschiede in ihren Mengen, sowohl bei den Quellwassern von auswärts als auch bei dem Grundwasser unserer Stadt. Ich will bloss einige Angaben hervorheben. Die Kaltbrunnquelle enthielt am meisten Schwefelsäure von allen untersuchten Quellwassern und diese ist wie bei den anderen als Gyps vorhanden; sie betrug $22\frac{7}{10}$ mal mehr wie beim St. Margarethenquellwasser, in welchem ich am wenigsten vorfand, 3.39 mal mehr wie beim Pelzmühlequellwasser. Es hat dieser grosse Gypsgehalt des Kaltbrunnquellwassers jedoch nichts Nachtheiliges für uns in Basel, da das Wasser dieser Quelle mit vielem anderen Wasser vermischt, also der Gypsgehalt bedeutend verdünnt wird. Der Chlorgehalt der untersuchten Quellwasser variirte nicht so stark, nur zwischen 43 und 68 Zehntausendtheilen eines Grammes im Liter. Am meisten Kalk enthielt die Kaltbrunnquelle in Folge des grossen Gypsgehaltes; am wenigsten die Quelle am Paradiesbächli, eine der Quellen des Spalenwerks. Die Kaltbrunnquelle enthielt $1\frac{3}{10}$ mal mehr Kalk als das Pelzmühlequellwasser, $1\frac{2}{10}$ mal mehr als das Angensteinerquellwasser. Hinsichtlich des Gehaltes an Magnesia war er am geringsten bei der Kaltbrunnquelle; derjenige des Spalenwerkwassers war $6\frac{8}{10}$ mal grösser. Um uns noch bei den Alkalien aufzuhalten, so enthielt das Riehenquellwasser am meisten Kali, eine Quelle des Spalenwerks am meisten Natron. Es zeigten sich also auch hierin ziemlich grosse Unterschiede. Beim Grundwasser Basels erschen Sie aus der Zusammenstellung, wie der Gehalt des Grundwassers der grossen Stadt viel höher als derjenige in der kleinen Stadt steigt.

Wenn wir uns auch nach anderen Schweizerstädten umsehen, in welchen der Wasserversorgung Aufmerksamkeit geschenkt worden ist, so fallen meine Blicke nicht

umsonst in erster Linie auf Bern, da dort schon vor vielen Jahren die Herren Pagenstecher und Müller umfassende Untersuchungen des Trinkwassers angestellt und dessen Verunreinigung bewiesen hatten. In neuerer Zeit hat Herr Dr. Carl Aeby sehr umfassende Analysen angestellt, aus denen ich bloss die Bestätigung der allgemeinen Thatsache hervorhebe, welche sich auch in Bern ergeben hat, dass bei städtischen Grundwassern sich namentlich auch ein Gehalt an Calciumnitrat, Kaliumsulfat und Chlornatrium zu den gewöhnlichen Bestandtheilen der Quellwasser addirt und dass ein grösserer Gehalt an genannten Salzen auch einen grösseren Gehalt an organischen Stoffen bedingt.

Ich verweise auf die von Herrn Dr. Aeby veröffentlichte Arbeit. Die Berner städtischen Grundwasser sind durch ihren grossen Gehalt an Alkalien, Schwefelsäure und Chlor ausgezeichnet. Die Trinkwasser Berns und Magdeburgs, welche letzteren Herr Dr. Aeby auch untersucht hat, enthalten Alkalisulfate, aber keinen Gyps. Kohlensäure und Salpetersäure sind als Kalksalze vorhanden.

Wenn wir das Wasser Berns mit unserem Grundwasser vergleichen, so sehen wir bei uns den Minimalgehalt an Schwefelsäure zwar viermal so klein, den Maximalgehalt aber bei beiden gleich, den Chlorgehalt im Minimum und Maximum bei uns kleiner, ebenso den Kalkgehalt. Bei uns kommt Grundwasser vor, das sechsmal weniger Magnesia enthält, als das an Talkerde ärmste Grundwasser Berns, während der Maximalgehalt bei uns den in Bern überragt. Beim Kaligehalt stimmt der Minimalgehalt fast überein, der Maximalgehalt des Berner Wassers ist aber grösser. Minimal- und Maximalgehalt an Natron des Berner Wassers übersteigt bedeutend den des Baslers, ebenso beim Salpetersäuregehalt. Das Berner Gaselquellwasser hat etwa so viel Schwefelsäure wie das der Katzenstübliquelle bei

uns, so viel Chlor wie das Wasser des Spalen- und St. Margarethenwerkes, enthält etwas mehr Kalk als die Pelzmühlequellen, etwas weniger als das Angensteinerwasser, gleich viel Magnesia wie die Pelzmühlequelle, weniger, ja viel weniger Kali als irgend eine unserer Quellen, unterscheidet sich im Natrongehalt nicht viel vom Riehen- und Grellingerquellwasser und sein Salpetersäuregehalt liegt innerhalb der Grenzen unserer Baslerquellwasser.

Von unseren guten Trinkwassern, damit ich zu diesen zurückkehre, hat in neuerer Zeit wieder das Grellingerwasser mannigfache Kritik erfahren, so dass wohl einige Worte hier am Platze sein dürften. Bekanntlich haben die Geologen Gressly und Albr. Müller unabhängig von einander das Quellengebiet in Grellingen und Angenstein einer genauen Prüfung unterworfen, wodurch sich herausgestellt hat, dass wenige Juragegenden einen so ausserordentlichen Wasserreichthum wie die Umgebungen des Grellingerthales besitzen, welches eben einen weiten und tiefen Gebirgskessel in Gestalt eines ziemlich regelmässigen Vierecks zwischen dem Ostende der Blauenbergkette und dem ausgedehnten Hochplateau von Hochwald-Seewen bildet. Lassen wir aber die geologischen Verhältnisse ganz ausser Betracht und schenken wir bloss der fast stehend gewordenen Frage: sind Seewenerbach und Pelzmühlequelle im Zusammenhange? von dem Standpunkte aus unsere Aufmerksamkeit, welchen ein chemischer Experte einzunehmen hat und welchen auch ich seiner Zeit als Experte der städtischen Behörde eingenommen habe und jetzt noch einnehme. Ich will vorher daran erinnern, was schon Gressly gesagt hatte: „In allen Fällen haben „die Oberwasser des Seewenthalles wenig oder vielleicht „gar keinen in Betracht zu ziehenden Einfluss auf die „Quellenmasse des Pelzmühlethales, die ja wenigstens das „Vier- bis Fünffache des gesammten Seewenbaches beträgt,

„selbst wenn wir nur die Hauptquellen, welche seitlich des Bachbettes und in demselben aus der Schuttmoräne entspringen, in Rechnung setzen und alle anderen des Pelzmühlethales unbeachtet lassen. Das Wasser, das sich im Seewenthal selbst durch die Senklöcher verliert, ist für die Gesamtmasse zu unbedeutend, um irgendwie auf deren Reinheit nachtheilig einzuwirken.“ Herr Professor Albrecht Müller sagte: „Der Zusammenhang der sogenannten Bachquellen des Pelzmühlethales mit dem oben versiegenden Seewenbach ist wahrscheinlich, aber deren Verwendbarkeit als Trinkwasser in Folge ihrer Filtration durch das lockere Trümmergestein immerhin noch möglich. Die Analysen werden übrigens über die Brauchbarkeit der einzelnen Quellen noch des Näheren entscheiden.“

Bolley, welcher als Experte der Gesellschaft eine Untersuchung der verschiedenen Quellen und auch des Angensteiner Wassers vornahm, konnte darauf hin die Meinung abgeben, dass diese Wasser zu den reineren Trinkwassern gerechnet werden dürfen; dass ihr Gehalt an organischer Materie gering ist; dass sie zwar etwas hart sind, dass aber das Maass der Härte der aus dem Kalkgebirge entstammenden Quellen nicht überschritten werde.

Um nachzuweisen, ob ein Zusammenhang zwischen Seewenerbach und Pelzmühlequelle existire, wurde, wie es scheint, zuerst mit einer Farblösung operirt, das heisst Fuchsinlösung in die natürlichen Trichter, worin der Seewenerbach versiegt, gegossen; doch liess sich in den Pelzmühlequellen hernach kein Fuchsin nachweisen. Als ich als Experte zugezogen wurde, war ich vollständig mit unserem verehrten, leider zu früh verstorbenen Herrn Stadtrath Rudolf Merian einverstanden, dass nämlich mit einem nicht so leicht absorbirbaren Stoffe, wie die Farbstoffe es sind, sondern mit Kochsalz operirt werden sollte, und, wie aus dem Berichte des Herrn Dr. Bulacher über

die Grellingerquellen (siehe Berichte des Sanitätscollegiums von Baselstadt vom Jahre 1870) hervorgeht, hatte auch dieser Chemiker anno 1862 dem Brunn- und Bauamte vorgeschlagen, mit Kochsalz zu operiren. Bei späteren anderswo vorgenommenen ähnlichen Expertisen hatte ich als Indicator das in kleinsten Spuren durch den Spectralapparat nachweisbare Chlorlithium vorgeschlagen, wenn die chemische Beschaffenheit des Terrains nicht ungünstig für dessen Anwendung erschien. In Grellingen wurde mit 20 Centner Kochsalz operirt, aber trotz vielstündiger Untersuchung an der Quelle konnte nur die normale höchst geringe Reaction auf Chlor erhalten werden.

Ich sagte desshalb in meinem Gutachten vom 19. October 1862: „Aus dem beschriebenen Versuche geht hervor, dass wenn auch ein kleiner Theil des Wassers des Seewenerbaches in die Hauptquelle oder in die beiden anderen Quellen sich ergösse, die Menge der dadurch hinein kommenden verunreinigenden Bestandtheile (worunter hauptsächlich organische von Nachtheil wären) auf chemischem Wege nicht nachweisbar und somit auch für die Trinkenden ohne Nachtheil wäre.“

Ferner: „es sei das Wasser der Hauptquelle verschieden von dem Wasser der Seitenquellen und die Herkunft der ersteren Quelle eine andere als die der beiden letzteren“.

Wichtig war die Untersuchung am 12. December 1862 des Seewenerbachwassers und des Quellwassers auf ihren Kalkgehalt.

„1 Liter Seewenerbachwasser enthielt:		
„0.1527 Gramme caustischen Kalk (Cao),	entsprechend	
„0.2727 „ Calciumcarbonat,		
„obere Seitenquelle	0.1270 Gramme caust. Kalk,	
„entsprechend	0.2268 „	Carbonat,
„Hauptquelle im Bachbette	0.1309 „	caust. Kalk,
„entsprechend	0.2337 „	Carbonat,

„untere Seitenquelle	0.1430 Gramme caust. Kalk,
„entsprechend	0.2553 „ Carbonat.

„Das Seewenerbachwasser unterscheidet sich wesentlich von den drei Quellwassern durch seinen viel grösseren Gehalt an Calciumcarbonat; denn es enthält

„in 1 Liter:

„0.0174 Gramme Carbonat mehr als die untere Seitenquelle,
„0.0390 „ „ „ „ „ Hauptquelle und
„0.0459 „ „ „ „ „ obere Seitenquelle.“

In meiner in unseren Verhandlungen 1866 IV. Theil III. Heft erschienenen Arbeit über Basels Grund-, Bach-, Fluss- und Quellwasser steht Seite 701 unten und 702 oben deutlich zu lesen: „Ohne hierdurch die Frage als erledigt zu betrachten, geht doch aus der ganzen chemischen Beschaffenheit dieser Quellwasser hervor, dass, wenn auch wirklich Seewenerbachwasser in die Quellen flösse, doch eine so vollständige Filtration durch die Erde stattfindet, dass es als reines, gutes Trinkwasser zu betrachten ist. Ich habe den Zusammenhang zwischen den Pelzmühlequellen und dem Seewenerbache niemals geradezu verneint, sondern die Frage offen gelassen, jedoch behauptet, dass, wenn ein Zusammenhang existire, jedenfalls die Filtration eine genügende sei. Auch nach den Temperaturbeobachtungen, welche die Wasserversorgungsgesellschaft regelmässig ausführen lässt, stellt sich das Pelzmühlewasser als jedenfalls nicht stark durch das Seewenerbachwasser influencirt dar. Bei plötzlichen heftigen Regengüssen zeigen allerdings einige Quellen Trübung und müssen zurückgehalten werden; doch wie viele anderen Quellen zeigen nicht auch diese Eigenschaft? Diese zeitweise sich zeigende Trübung der Pelzmühlequellen könnte vielleicht im plötzlich stark angeschwollenen Seewenerbache einige Erklärung finden und desshalb suchte die Wasserversorgungsgesellschaft den Seewenerbach zu reguliren mit Hülfe eines

grossen Ausgleichungsreservoirs. Seit der Regulirung des Baches soll nun beobachtet worden sein, dass die Stärke der Pelzmühlequelle mit der des Baches ab- und zunehme, wozu immer eine Zeit von 11—14 Stunden erforderlich ist. Herr Dr. Bulacher hat seit dem Jahre 1871 die Frage über den Zusammenhang zwischen Bach und Quellen genau studirt und in Folge seiner Untersuchung des Grellingerwassers vom 26. August 1871 dasselbe auch als „völlig genügend reines“ Trinkwasser erklären können. Er hat sich in oben erwähntem Berichte des Sanitätscollegiums so ausgesprochen: „Was man bis jetzt weiss, deutet allerdings auf einen Zusammenhang zwischen Seebach mit den Pelzmühlequellen hin, lässt ihn aber hinsichtlich der Qualität eher zu seinen Gunsten modificirt erscheinen.“ Es hat sich bei der Untersuchung des Wassers des Seewenerweiherabflusses und der Pelzmühlequelle durch Herrn Dr. Bulacher herausgestellt, dass durch die natürliche Filtration eine bedeutende Reinigung des Seewenerbachs, namentlich von organischen Bestandtheilen, auf seinem unterirdischen Wege bis zur Pelzmühlequelle stattfindet und dass diese Reinigung genügend ist, so lange der Bach nicht stärker oder anderweitig verunreinigt wird.

Wenn wir die genügend bewiesene Verunreinigung unseres städtischen Bodens in Betracht ziehen, durch welche bereits unser Grundwasser stellenweise eine solche Beschaffenheit erlangt hat, dass es geradezu jetzt schon von jedem Sachverständigen als ungeniessbar, die Gesundheit gefährdend bezeichnet werden muss, stellenweise auf dem Wege hin zu diesem Zustande sich befindet, so muss gewiss ein Jeder, der nicht eine wahre Antipathie gegen jede Neuerung hat, unsere jetzige Wasserversorgung in ihrem ganzen Umfange mit grosser Befriedigung be-

urtheilen. Da haben wir die schon mehr oder weniger lange Zeit nach unserer Stadt hergeleiteten Quellwasser des Margarethen-, Spalen- und Riehenwerks, an welchen doch wohl nur Diejenigen etwas auszusetzen haben werden, deren Gaumen an die mit Producten der Verwesung von thierischen Abgängen beladenen kühlen, recenten Lochbrunnenwasser gewöhnt ist. In die Beschreibung des Kreislaufes des Stoffes will ich mich hier nicht einlassen; einem Chemiker kann es gleichgültig sein, in welchen chemischen Verbindungen sich die Atome befunden haben, ehe sie im Laboratorium seines corpus weiteren Verbindungsprocessen unterliegen. Wenn aber der gleiche, welcher mit wahrer Befriedigung sein Lochbrunnenwasser trinkt, am Grellingerwasser sich stösst, weil es vielleicht etwas Seewenerbachwasser enthält, so kann diess wahrlich nur seinen Grund in der mangelhaften Kenntniss der Thatsachen haben. Dem Grundwasser strömt von verschiedenen Seiten oft der Ausfluss von Abtritten und Dohlen zu, und zwar beladet sich das Grundwasser mit einer sehr erheblichen Menge von Infectionsproducten. Das Grundwasser in der Nähe des Birsigs und des Rümelinbachs, der Wiese oder des Rheines oder der Gewerbetaiche nimmt auch von deren Wasser oft in beträchtlicher Menge in sich auf. Beim sogenannten Grellingerwasser wird die grosse Wassermasse der Neuthal- und Stollenquellen, der Kaltbrunn- und Rüchyquelle und der Pelzmühlequellen, also der eigentlichen Pelzmühlequelle, der Felsenquelle, Blochquelle, Stelliquelle etc. jedenfalls nur mit einer verhältnissmässig geringen Menge von Seebachwasser vermischt, die aber in Zeiten, wo in Seewen Epidemien herrschen sollten, von Wichtigkeit für Basel werden könnte, worauf Herr Dr. Hägler bei Anlass der Lausener Epidemie aufmerksamer gemacht hat. Dieses Seebachwasser braucht aber mindestens 14 Stunden, um bis zu den Quellen durchzufiltriren, und auf diesem

Wege hat es Zeit genug, die Verunreinigungen im Boden zurückzulassen, und nur in gereinigter Form tritt es unten in die reichen Quellen ein, denen Niemand das Prädicat von Quellen zu verweigern im Stande sein wird. Die verschiedenen Untersuchungen des Wassers aus der grossen Sammelbrunnstube des gesammten Pelzmühlequellwassers haben bis dahin stets das Resultat ergeben, dass dieses Wasser den Namen eines gesunden reinen Trinkwassers verdient. Alle Reactionen, welche damit erhalten werden, sind die der normalen Bestandtheile, welche ein unseren Formationen ent quellendes Wasser zeigen muss. Als ich am 25. Mai 1872 nach langem starkem Regen, so dass die Birs übergetreten war, unter ganz abnormen Verhältnissen die Quellen in Angenstein und Grellingen besichtigte, fand ich das Wasser der Neuthal- und Stollenquelle fast vollkommen klar, obgleich ich doch auf dem Wege das Wasser von Brunnen in Reinach, Aesch u. s. w. nichts weniger als klar, einige sogar sehr trübe laufen sah. Auch das Angensteinerquellwasser war nicht ganz klar. Das Pelzmühlequellwasser war klarer als das Kaltbrunnquellwasser. Die in ihm suspendirten erdigen Theile setzten sich auch bald vollständig ab, während diese Klärung beim Kaltbrunnquellwasser längere Zeit erforderte. Die Resultate meiner Untersuchung der damals geschöpften Wasser sprachen sehr günstig für diese selbst unter so ungünstigen Verhältnissen zu Tage getretenen Wasserproben.

Das viel angefochtene Angensteiner- und Grellingerquellwasser kann also, damit ich noch einmal meine feste Ueberzeugung ausspreche, die, wie ich denke, auf genügend einlässlichen Untersuchungen fusst, ebenbürtig den anderen hiesigen Quellwassern an die Seite gestellt werden. Und wenn wir einen Blick auf andere schweizerische Städtewasserversorgungen werfen, so freuen wir uns, dass für

manche Städte wie für Basel die Zuleitung guten Quellwassers entweder schon ausgeführt ist oder noch ausgeführt werden kann.

Ich schliesse, nachdem ich versucht habe, in unserer Gesellschaft vom unparteiischen wissenschaftlichen Standpunkte aus ein Thema zu beleuchten, das sonst, freilich von ganz anderen Standpunkten aus, schon sehr viel in Basel verhandelt worden ist. Im gewöhnlichen Leben wird es immer heissen: „de gustibus non est disputandum“. Für den Chemiker aber gilt der alte Plinius'sche Satz: „Tales sunt aquæ quales terræ per quas fluunt.“

I.

Der Minimal- und Maximal-Gehalt in einem Liter Wasser beträgt (in Grammen ausgedrückt):

	Kieselerde. SiO ²	Schwefelsäure. SO ³	Chlor.	Kalkerde. CaO	Magnesia. MgO	Eisenoxyd plus Thonerde.	Das in diesem Niederschlage enthaltene Eisen entspricht Eisen- oxydul:	Kali. K ² O	Natron. Na ² O	Salpetersäure. N ² O ⁵	Summe der festen Bestand- theile.
Grundwasser Grossbasels .	0.006/0.119	0.006/0.078	0.0097/0.090	0.105/0.247	0.015/0.045	0.0067/0.023	0.002/0.012	0.0035/0.069	0.023/0.043	0.013/0.400	0.307/1.0694
Grundwasser Kleinbasels .	0.008/0.0197	0.002/0.038	0.0046/0.030	0.047/0.159	0.003/0.011	0.0018/0.003	0.0005/0.005	0.0026/0.0047	0.0057/0.012	0.0015/0.041	0.123/0.445
Grundwasser Berns *) . .	—	0.009/0.080	0.007/0.128	0.1135/0.342	0.019/0.040	—	—	0.0022/0.091	0.0087/0.1175	0.015/0.652	0.3166/1.4533
Quellwasser Basels	0.0028/0.032	0.0047/0.1067	0.004/0.007	0.082/0.174	0.008/0.055	0.0019/0.018	0.0004/0.004	0.0045/0.0367	0.004/0.088	0.001/0.044	0.3276/0.4286
Quellwasser Berns *) . . .	—	0.012	0.0045	0.1320	0.0187	—	—	0.0029	0.0056	0.0054	0.3166

*) Nach Dr. Aebi's Untersuchungen.

II.

Gehalt eines Liters einiger Quellwasser an Mineralstoffen (in Grammen ausgedrückt).

	Datum.	Kiesel- erde. SiO ²	Schwefel- säure. SO ³	Chlor.	Kalkerde. CaO	Magnesia. MgO	Thonerde.	Kali. K ² O	Natron. Na ² O	Eisen- oxydul.	Rückstand von 1000 Cc. bei 100° C. getrocknet.	Rückstand von 1000 Cc. nach dem Glühen.	Verlust des Rückstandes von 1000 Cc. beim Glühen.
Spalen-Wasserwerk, grosse Hauptbrunnstube vor dem Walde	Im Sommer 1866.	0.0111	0.0077	0.0044	0.1215	0.0555	—	0.0214	0.0374	0.0030	0.3276	0.2798	0.0478
Dito, Katzenstübliquelle	do.	0.0180	0.0150	0.0043	0.1046	0.0450	—	—	—	0.0020	—	—	—
Dito, Wamistermelquelle	do.	0.0083	—	—	—	0.0255	—	0.0045	0.0878	0.0043	—	—	—
Dito, Quelle am Paradiesbächlein	do.	0.0176	—	—	0.0820	—	—	—	—	0.0021	—	—	—
Riehenquellwasser	23. Dec. 1865.	0.0121	—	—	0.1543	0.0370	—	0.0367	0.0045	0.0035	0.4252	0.3860	0.0392
Grellinger-Pelzmühlequellwasser	7. Juli 1865.	0.0028	0.0314	0.0049	0.1262	0.0184	0.0185	0.0065	0.0065	0.0004	0.3290	0.2725	0.0565
Grellinger-Kaltbrunnquellwasser	7. Juli 1865.	0.0038	0.1067	0.0064	0.1738	0.0081	0.0028	0.0067	0.0042	0.0004	0.4286	0.3947	0.0339
St. Margarethen-Wasserwerk, vereinigte drei Quellen hinter dem Pfarrhause bei den Reben	25. April 1866.	0.0318	0.0055	0.0068	0.1197	0.0245	0.0032	—	—	0.0006	0.3520	0.2872	0.0648
Quelle im mittleren Gundoldingen	25. April 1866.	—	—	—	0.1192	—	—	—	—	—	—	—	—
Wasser der vereinigten Quellen eines Brunnens am Aeschengraben	7. April 1866.	0.0187	0.0047	0.0045	0.1533	0.0277	0.0019	0.0335	—	—	0.3768	0.2460	0.1308

Dr. Fr. Goppelröder: Mineralbestandtheile einiger Basler Trinkwasser.

	Datum.	Kiesel- erde. SiO ²	Schwefel- säure. SO ³	Chlor.	Kalkerde. CaO	Magnesia. MgO	Thonerde plus Eisenoxyd	Kali. K ² O	Natron. Na ² O	Eisen- oxydul.	Rückstand von 1000 Cc. bei 100° C. getrocknet.	Rückstand von 1000 Cc. nach dem Glühen.	Verlust des Rückstandes von 1000 Cc. beim Glühen.
Lochbrunnen am Gerberberg	8. Juni 1861.	0.0175	0.0349	0.0227	0.2061	0.0450	—	0.0693	0.0431	0.0036	0.7505	—	—
Lochbrunnen beim Stadthause	20. Nov. 1865.	0.0322	0.0398	0.0562	0.2045	0.0215	0.0228	0.0177	0.0354	—	0.7256	0.4660	0.2956
Sod Freienstrasse Nr. 56	1860.	0.0243	0.0245	0.0904	0.2470	0.0150	—	0.0226	0.0247	0.0033	1.0694	—	—
Brauerei Fritz Merian, Steinenvorstadt	8. Dec. 1865.	0.0143	0.0782	0.0305	0.2257	0.0340	0.0067	0.0287	0.0410	—	0.7662	0.5258	0.2404
Sod Rümelinbachweg Nr. 12	October 1861.	0.0190	0.0065	0.0097	0.1054	0.0151	—	0.0035	0.0331	0.002	0.3070	—	—
Centralbahnhof, Sod	1865.	0.0340	0.0062	—	0.1322	0.0376	—	—	—	0.0120	0.4790	—	—
St. Jacobstrasse Nr. 3, Sod	10. Nov. 1865.	0.0192	0.0574	0.0202	0.2406	0.0391	0.0100	0.0079	0.0232	0.0034	0.8616	0.5720	0.2896
Aeschenvorstadt Nr. 55, Sod	Februar 1861.	0.0150	—	—	0.2350	—	—	—	—	0.0067	0.7650	—	—
Nauenstrasse Nr. 1, Sod	Februar 1865.	0.0060	0.0400	0.0299	0.1848	0.0419	—	—	—	—	0.5558	0.4463	0.1095
Riehenstrasse Nr. 23, Sod	5. Sept. 1864.	—	0.0217	0.0304	0.0935	0.0074	—	—	—	—	—	—	—
Fabrike J. R. Geigy, Sod	5. Sept. 1864.	—	—	—	0.0550	0.0061	—	—	—	—	—	—	—
Riehenstrasse Nr. 17	1864.*	0.0081	—	—	0.0470	0.0030	0.0033	0.0047	0.0077	0.0005	—	—	—
Riehenstrasse Nr. 8 A.	25. Dec. 1866.	—	—	0.0154	0.0585	0.0037	0.0018	—	—	—	0.1235	0.0555	0.068
Riehenstrasse Nr. 8 B.	19. Dec. 1865.	—	—	—	0.1055	—	—	—	—	—	0.2612	0.2108	0.0504
Riehenstrasse Nr. 21	4. Juli 1864.	—	—	—	0.0500	0.0036	—	—	—	—	0.2007	0.1632	0.0375
Riehenteichweg Nr. 26	—	0.0083	—	—	0.0818	0.0069	—	0.0042	0.0125	0.0048	—	—	—
Pumpwerk, städtisches	1. Nov. 1865.	—	—	0.0046	0.0555	0.0075	—	—	—	—	0.144	0.092	0.052
Sperrstrasse Nr. 55 und 57	11. Oct. 1865.	0.0172	0.0022	—	0.0936	0.0110	—	0.0026	0.0057	0.0018	0.2380	0.2080	0.0300
Hammerstrasse Nr. 100	1. Sept. 1864.	0.0197	0.0377	—	0.1589	—	—	—	—	—	0.4453	0.3227	0.1226

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel](#)

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: [6_1878](#)

Autor(en)/Author(s): Goppelsroeder (Goppelsröder) Friedrich

Artikel/Article: [Einige Angaben über die Mineralbestandtheile der Basler Trinkwasser 247-268](#)