

# Ueber die hydrographischen Beziehungen zwischen der Donau und der Aachquelle im Badischen Oberlande.

(Schluss.)

Von

**Dr. A. Knop.**

(Hierzu Taf. IV.)

---

Die ersten Mittheilungen über den muthmasslichen Zusammenhang zwischen der oberen Donau und der Aachquelle gab ich in diesem Journal vom Jahre 1875 in den „Verhandlungen des oberrhein. geolog. Vereins der VIII. Versammlung vom 23. Mai zu Donaueschingen“. Vorläufige Untersuchungen des hydrographischen Thatbestandes führten damals zu der Erfahrung, dass während trockener Witterungsperioden, während welcher die gesammte Wassermenge der oberen Donau, zwischen den Ortschaften Immendingen und Möhringen auf einem Wege von etwa 2 bis 3 km, in den Spalten des weissen Jura, der hier von einer Mächtigkeit bis zu 1000 Fuss entwickelt ist, so vollständig verschwindet, dass das Flussbett von dieser Versinkungsregion an bis nach Möhringen und Tuttlingen (im benachbarten Königreich Württemberg) trocken liegt. Die Aachquelle, etwa 11 km südwestlich von dieser Region entfernt, kommt als ein Quellensee zum Vorschein, welcher die doppelte Menge Wasser führt, als die Donau vor den Versinkungsspalten, gemessen durch Leistungen der Turbinen einerseits der Maschinenbauwerkstatt Sr. Durchlaucht des Fürsten Fürstenberg bei Immendingen, anderseits der Papierfabrik der Frau Wittwe BRIELMAYER zu Aach und der mech. Spinnerei und Weberei zu Volkertshausen.

Wenn auch oberhalb der Ortschaft Immendingen, da, wo das Flussbett der Donau die Impressathone und -Mergel verlässt, um auf das Gebiet der zerklüfteten Kalksteine der QUENSTEDT'schen Zonen  $\alpha$  bis  $\xi$  überzugehen, bereits geringere Mengen des Donauwassers von den Spalten dieser verschlungen werden, so darf man wohl die Behauptung vorläufig gerechtfertigt finden, dass etwa die Hälfte der in der Aachquelle auftretenden Wassermenge nicht direct von der Donau geliefert werde. Ob die andere Hälfte Donauwasser sei? das wäre zu beweisen. So stand die Frage bisher. — Diese zu beantworten ist nicht lediglich aus wissenschaftlichem Interesse hervorgegangen. Die Beantwortung derselben wurde vielmehr von dem Grossherzoglich Badischen Handelsministerium gefordert, aus dem Grunde, um eine feste naturwissenschaftliche Basis für Verhandlungen zu gewinnen, welche auf juristisch-processualischem Gebiete, auf dem Gebiete des Wasserrechtes liegen, welches Recht einerseits in Beziehung auf die versinkenden Donauwasser von den Gemeinden Möhringen und Tuttlingen, anderseits von den Industriellen an der Aach in Anspruch genommen wird. In der That, wenn die Hälfte der Wasserführung der Aach während der Zeit des niedrigsten Standes der Donau, von dieser geliefert wird, während einer Zeit, welche 6 bis 8 Wochen des Jahres andauern kann, so würde jeder Gewinn an Wasser für die Donau-Industriellen ein Gewinn an Elementarkraft für deren Motoren sein, für die Aach-Industriellen aber ein eben so grosser Verlust daran.

Von Grossherzoglich Badischem Handelsministerium beauftragt, die Frage: ob die in oben angedeuteter Region versinkenden Donauwasser zur Wasserführung der Aachquelle mitwirken oder nicht, zu beantworten, habe ich mir erlaubt, Versuche in Vorschlag zu bringen, welche möglicherweise zu einer exacten Antwort führen könnten, und welche in der oben citirten Abhandlung ausführlicher besprochen worden sind. Es ist der Liberalität unseres Ministeriums zu danken, dass die Mittel bewilligt wurden, vermittelt deren die Versenkung von 200 Centner Kochsalz in einer der breitesten und am meisten zu dem Versuche geeigneten Spalten am Donauufer zwischen Immendingen und Möhringen ermöglicht werden konnte, um damit eine Aufgabe zu lösen, deren Resultate nicht allein wichtig für die Wasser-

rechtspflege, sondern gleichzeitig auch von Interesse für die Hydrographie und Geologie der betreffenden Gegend ist.

Schon vor Jahresfrist war der Versuch mit Kochsalz vorgesehen. Der Wasserstand der Donau erlaubte indessen nicht, denselben zur Ausführung zu bringen, und Möhringen wie Tuttlingen erhielten damals Wasser genug zum Betriebe ihrer Mühlen und Spinnereien. Erst um die Mitte des September in diesem Jahre (1877) begann die Donau wieder einen bedenklich niedrigen Wasserstand anzunehmen. Die mächtigste der Uferspalten, am Fusse einer etwa 40 Fuss hohen steilen Böschung unterhalb der Chaussée, welche von Möhringen nach Hattingen führt und hier die Donauufer verlassend, in ein Seitenthälchen nach letzterem Orte zu abbiegt, diese mächtigste der Uferspalten hatte seit 2 Jahren bereits merkliche Zerstörungen veranlasst, indem die einströmenden Gewässer, welche hier fast wie ein Mühlgraben in die Tiefen des Gesteins stürzen, über sich in dem breccienartigen Ufergestein eine Einsturznische erzeugten. Durch diesen Einsturz war die Spalte von der Uferseite her leicht zugänglich gemacht, denn die herabstürzenden Massen hatten mit Baumwurzeln, Ästen und Stämmen eine förmliche kleine Bühne erzeugt, von welcher aus die Versenkungsarbeiten leicht vorgenommen werden konnten.

Herr C. TEN BRINK, Spinnerei- und Webereibesitzer zu Arlen und Volkertshausen an der Aach, welcher neben verschiedenen Mühlenbesitzern, der Papierfabrikantin Wittwe BRIELMAYER zu Aach und dem Spinnereibesitzer Herrn LOKS zu Singen, wohl die ausgedehntesten industriellen Etablissements an diesem Flusse vertritt, scheute keine Mühe und Mittel, um mit wissenschaftlichem Sinne die auszuführenden experimental-geologischen Untersuchungen zu unterstützen und zu fördern. Ich darf dafür Demselben an diesem Orte wohl meinen aufrichtigen Dank zollen, denn ohne Dessen thätiges Interesse wären die später zu erörternden qualitativen Untersuchungen wohl schwerlich zur Ausführung gelangt.

Am Samstag, den 22. Septbr., Nachmittags 4 Uhr wurde ein Vorversuch ausgeführt, darin bestehend, dass Herr TEN BRINK eine Quantität von 12 Centner rohen, stark riechenden Glasgow-Schieferöls (durch trockne Destillation von Braunkohle gewonnen) aus je 4 Fässern, vermittelt eines etwa 50 m langen, genästen

Spritzenschlauches der Art in die Versinkungsspalte einführte, dass die Schlauchmündung noch 1 m tief in diese Spalte hinabragte. Dieser Versuch hatte zum Zweck auszuforschen:

1. Ob ein schwimmender, an Geruch und Geschmack leicht wieder zu erkennender Körper in der Aachquelle wieder zum Vorschein käme, ob der Zusammenhang zwischen Donau und Aach also ein offener sei oder nicht.

2. Innerhalb welches Zeitraumes etwa eventuell die Andeutungen des Öles in der Aachquelle angezeigt werden würden.

An der Aachquelle waren bereits Wachen aufgestellt, welche Tag und Nacht auf Geruch und Geschmack des Wassers achten mussten.

Bis Montag, den 24. Septbr., war keine Veränderung der Eigenschaften des Quellwassers bemerkbar. Erst am Dienstag, den 25. Septbr., 6 Uhr gegen Morgens begann das Aachwasser zwar einen äusserst schwachen, aber entschieden kreosotartigen Geschmack anzunehmen. Waren indessen die Meinungen über die Ursachen des Geschmacks bei verschiedenen Beobachtern noch getheilt, so konnte man sich der Richtigkeit der gemachten Beobachtungen nicht mehr erwehren, als nach etwa 6 Stunden jener wieder verschwunden war. Eine Gegenprobe, welche darin bestand, dass ein Tropfen des Schieferöls auf die Oberfläche einer grösseren Menge Wasser gegossen, und ohne Schütteln etwa  $\frac{1}{4}$  Stunde lang damit in Berührung gelassen wurde, nachdem vorher in das Gefäss eine bis auf den Boden ragende Saugröhre von Glas gestellt worden war, zeigte, dass das von den unteren Schichten genommene Wasser einen identischen Geschmack mit dem des Aachwassers besass.

Von einem Geruch des Aachwassers konnte ebenso wenig bemerkt werden, als von der Substanz des Schieferöls, welches auf der Oberfläche in irgend einer Form, sei es in der öliger Tropfen, sei es in Gestalt irisirender Häute, hätte schwimmen müssen. Es waren also nur vom Wasser gelöste Bestandtheile des Schieferöls, welche sich durch den Geschmack, aber nicht durch den Geruch bemerklich machten. Vom Beginn des Versuchs bis zum merklichen Auftreten des Kreosotgeschmacks waren annähernd 60 Stunden verflossen. Versuche, welche der Assistent an unserem mineralog. Cabinet, Herr G. WAGNER, ausführte,



zeigten, dass je  $\frac{1}{2}$  Liter dieses schmeckenden Wassers 0,4 bis 0,5 ccm einer Lösung von übermangansaurem Kali entfärbte, während vorher und nachher geschöpftes dazu 0,2 bis 0,3 ccm derselben Lösung gebrauchte.

Um den Versuch mit Kochsalz auszuführen, wurde am Morgen des Montags, am 24. Septbr., von der Strasse her nach der Versinkungspalte hin, eine aus Brettern zusammengeschlagene Rutschbahn construiert. Herr Salinenverwalter HONSELL zu Dürnheim hatte bereits 200 Säcke mit Kochsalz (sogen. Kehrsalz) über Möhringen per Axe nach dem Versuchsort dirigirt, als „unter den Augen der Steuerbehörde“, des Hauptzollamtsassistenten FÖRSTER aus Randegg und eines Zollaufsehers, so wie in Gegenwart des Herrn Rechtsanwalts VILLINGER von Tuttlingen, verschiedener Bürgermeister benachbarter Orte etc. um 11 Uhr 45 Min. Mittags jene 200 Ctr. Kehrsalz successive vom Schwall der versinkenden Wasser erfasst, in dem Zeitraume von nahe 1 Stunde (genauer 55 Minuten) in den Gebirgstiefen verschwanden. Da der Höhenunterschied zwischen dem Spiegel der Donau und dem der Aachquelle etwa 550 Fuss beträgt, so liess sich voraussetzen, dass das in die Tiefe nachstürzende Wasser in kürzester Zeit die Gesamtmenge des Salzes in Auflösung brächte.

Nach vollendeter Operation wurde an der Aachquelle Nachmittags 4 Uhr 30 Min. desselben Tages mit dem Schöpfen von Wasser begonnen. Anfangs von  $1\frac{1}{2}$  zu  $1\frac{1}{2}$  Stunden. Doch mit Rücksicht darauf, dass die quantitativen Prüfungen auf Chlor vermittelt salpetersauren Silberoxydes jedenfalls viel empfindlicher sein würden als die qualitativen durch Geschmack, das Gesicht und den Geruch, und in Folge dessen die Salzungserscheinungen sich früher nachweisen lassen müssen, als die durch die Ölung bewirkten, wurde schon nach Verlauf von etwa 16 Stunden mit der 12. Wasserschöpfung ein stündliches Verfahren statt des anderthalbstündlichen eingeführt. Das Schöpfen des Aachwassers wurde ungemein erleichtert durch die im vorigen Jahre von Frau Wittwe BRIELMEYER zu Aach ausgeführten Anlagen — das Werk der idyllischen Empfindungsweise einer Frau von achtzig und einigen Jahren. — Eine über den Quellensee geschlagene Brücke gestattete die Wasserschöpfung unmittelbar aus der breiten Felsspalte, aus welcher mit bemerkenswerthem Drucke

das frische Quellwasser sich hügelartig, bei hohem Wasserstande fast fontainenartig, erhebt. Das mittelst eines Holzgefäßes geschöpfte Wasser wurde auf Flaschen gefüllt, welche vorher sorgfältig mit demselben Wasser ausgespült worden waren, etikettirt in Bezug auf Tag und Stunde, numerirt und endlich zur Untersuchung in das mineralogische Laboratorium der technischen Hochschule zu Carlsruhe gesandt. Selbstverständlich wurden vor Ausführung der Salzung des Wassers Proben desselben, sowohl aus der Donau als aus der Aach, genommen, für den Zweck, den gewöhnlichen Salzgehalt der betreffenden Wasser kennen zu lernen und mit demjenigen vergleichen zu können, welcher in Folge der Salzung mit jenen 200 Ctrn. eintreten musste. Bekanntlich ist kaum ein Quellwasser unserer Erde anzutreffen, welches nicht kleine Mengen von Chlornatrium enthält und diese kleinen Mengen sind nach G. Bischof's Untersuchungen nicht constant, sondern in der Art wechselnd, dass Hochwasser einen relativ geringeren, Niederwasser einen relativ höheren Gehalt davon zu führen pflegen. In der That zeigten auch diejenigen Füllungen aus der Aachquelle, welche vor Eintritt einer entschiedenen Steigerung des Chlorgehaltes genommen waren, kleine Schwankungen, welche doch so gross waren, dass sie nicht den Fehlern der Untersuchungs- und Wägungsmethoden zugeschrieben werden konnten. Sie waren so gross, dass sie sich etwa innerhalb der Grenzen von 0,004 g Chlornatrium pro  $\frac{1}{2}$  l Wasser bewegten. Solche Schwankungen konnten vielleicht mit dem niedergegangenen Regen im Zusammenhange stehen, welcher einige Tage vorher längere Zeit hindurch Statt gefunden hatte, und welcher auch eine schwache Steigerung des Donauwasserstandes zur Folge hatte. Die Zeit, während welcher die Wasserschöpfungen an der Aachquelle ausgeführt wurden, dauerte von Montag, den 24. Septbr. Nachmittag 4 Uhr 35 Min. bis Freitag, den 28. Septbr. Morgens 8 Uhr.

Die Methode der Chlorbestimmung bestand einfach darin, dass von jeder Wasserprobe, es waren deren achtzig und einige,  $\frac{1}{2}$  l in einem hinreichend geräumigen Becherglase mit etwas chlorfreier Salpetersäure zur Neutralisirung der Carbonate gesetzt und nach Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd bis zum Sieden erhitzt ward. Die so erhaltenen Proben wurden etwa 12 bis 24 Stunden stehen gelassen, während welcher Zeit der Nieder-

schlag von Chlorsilber sich bis zur absoluten Klarheit des Wassers abgesetzt hatte. Nach einiger Übung war es möglich, anfangs zwar weniger, später aber etwa 10 bis 12 Chlorbestimmungen pro Tag fertig zu bringen. Wenn es auch nicht zu vermeiden war, dass manche Wasserproben auf ihrer Oberfläche einen Rahm von Chlorsilber schwimmend besaßen, so hatte sich dafür der auf dem Boden liegende Niederschlag so fest zusammengesetzt, dass man vermittelst einer Hebevorrichtung alle Flüssigkeit bis auf einen sehr geringen Antheil ganz klar abziehen konnte. Der an den Wänden des Gefässes anliegende geringe Antheil von Chlorsilber wurde mit einem Kautschukpinsel sorgfältig abgewischt, mit der Spritzflasche zusammengespült und die gesammte Menge von Chlorsilber auf ein möglich kleines Filter gebracht, ausgewaschen und mit einem von PAUL BÖHME in Brünn construirten Apparate nach BUNSEN's Princip trocken gesaugt. Der so präparirte Niederschlag von Chlorsilber wurde alsdann über der Oxydationsflamme behandelt bis zur vollständigen Verbrennung des Filters, wobei allerdings ein Theil des Chlorsilbers, wie auch durch Einwirkung des Tageslichtes, reducirt wird. Um die dadurch entstehenden Fehler zu vermeiden, wurde das Chlorsilber mit concentrirter Salpetersäure im Porcellantiegel von bekanntem Gewichte erwärmt, wobei rothe Dämpfe sich entwickelten, und nachher mit conc. Salzsäure versetzt, das Ganze sorgfältig im Trockenapparate eingedampft und der Rückstand bis zum Schmelzen des Chlorsilbers erhitzt und darauf gewogen.

Das Chlorsilber, wie schwerlöslich es auch sei, löst sich bekanntlich nichtsdestoweniger in Millionen Theilen Wasser. Ein halbes Liter oder 500 g des Wassers löst demnach 0,0005 g =  $\frac{1}{2}$  mg Chlorsilber. Die Filter, auf welchen das Chlorsilber rückständig war, wurden alle von gleicher Grösse und so klein gewählt, dass deren Asche, mit Salzsäure behandelt, nahezu eben so viel Rückstand hinterliessen, damit der durch Löslichkeit des Chlorsilbers erzeugte Bestimmungsfehler ausgeglichen würde. Die Wägung selbst ward bis zu möglicher Genauigkeit, welche eine STAUDINGER'sche chemische Wage gestattet, etwa bis zu 0,0002 g ausgeführt.

Dass man auf die Substanz des Chlornatriums und auf die sichere Reactionsfähigkeit des Chlorsilbers eine Methode der Nach-

weisung des Zusammenhanges von Gewässern verschiedener Orte gegründet habe, davon ist mir bisher nur Ein Fall bekannt geworden, ein Fall, welcher sich auf die Verbreitung der Typhus-epidemie durch Transport der Ansteckungskeime in einer Brunnenleitung des Ortes Lausen im Canton Basel in der Schweiz bezieht, und welcher von Dr. A. HÄGLER in der „Deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege“ (redig. von Dr. G. VARRENTTRAPP) Bd. VI (1874) p. 154 beschrieben wird. Die in diesem Falle für den zu erzielenden Beweis des Zusammenhanges zweier Gewässer angewandten 18 Centner Kochsalz waren in Bezug auf die Wasserführung der betr. Quelle hinreichend gross, um qualitative Proben vermittelst des salpetersauren Silberoxydes als entscheidend erachten zu können. In Bezug auf die Nachweisung des Zusammenhanges von Aach und Donau indessen sind 200 Ctr. Kochsalz, im Verhältniss zu einer Wassermenge, welche den Querschnitt der Aachquelle passirt, nämlich gewöhnlich 3 bis 4 cbm (also 3000 bis 4000 l) pro Secunde, und welche mäandrische Windungen von Höhlen- und Gangsystemen in Breite und Tiefe durchläuft, deren Anfangs- und Endpunkt 11 km von einander entfernt liegen, doch wohl verhältnissmässig gering zu nennen. Es war deshalb der Weg der quantitativen Bestimmung für diesen Fall geboten, ein Weg, der in analogen Fällen gewiss der Beachtung werth ist. Im Folgenden will ich die gewonnenen Resultate in der Ordnung geben, dass in der Columnne A diejenigen Mengen von Chlorsilber verzeichnet sind, welche in  $\frac{1}{2}$  l Wasser der auf einander folgenden Füllungen gefunden wurden. In der Columnne B sind die den Chlorsilbermengen entsprechenden Äquivalente an Chlornatrium enthalten, wie diese durch Multiplication jener mit dem Factor 0,408 gewonnen werden. Die dritte Columnne C enthält diejenigen Mengen von Kochsalz, welche in 3,5 cbm des Aachwassers enthalten sind, weil zur Zeit der Schöpfungen des Wassers dieselbe Quantität Wasser, also auch die entsprechende Menge Salz den Querschnitt der Quelle pro Secunde passirte.

## Montag, den 24. Sept. 1877.

				A		B		C
No.	1.	4	Uhr 35 Min.	—	0,0143	—	0,0058	— 40,6 g
"	2.	6	" —	—	0,0163	—	0,0067	— 46,9 "
"	3.	7	" 30 "	—	0,0172	—	0,0070	— 49,0 "
"	4.	9	" —	—	0,0155	—	0,0063	— 44,1 "
"	5.	10	" 30 "	—	0,0187	—	0,0077	— 53,9 "
"	6.	12	" —	—	0,0150	—	0,0061	— 42,7 "

## Dienstag, den 25. Sept.

No.	7.	1	Uhr 30 Min.	—	0,0167	—	0,0068	— 47,6 g
"	8.	3	" —	—	0,0194	—	0,0079	— 55,3 "
"	9.	4	" 30 "	—	0,0190	—	0,0078	— 54,6 "
"	10.	6	" —	—	0,0172	—	0,0070	— 49,0 "
"	11.	7	" 30 "	—	0,0185	—	0,0076	— 53,2 "
"	12.	9	" —	—	0,0200	—	0,0082	— 57,4 "
"	13.	10	" —	—	0,0230	—	0,0094	— 65,8 "
"	14.	11	" —	—	0,0200	—	0,0082	— 57,4 "
"	15.	12	" —	—	0,0240	—	0,0098	— 68,6 "
"	16.	1	" —	—	0,0297	—	0,0121	— 84,7 "
"	17.	2	" —	—	0,0206	—	0,0084	— 58,8 "
"	18.	3	" —	—	0,0223	—	0,0091	— 63,7 "
"	19.	4	" —	—	0,0224	—	0,0091	— 63,7 "
"	20.	5	" —	—	0,0201	—	0,0082	— 57,4 "
"	21.	6	" —	—	0,0228	—	0,0093	— 65,1 "
"	22.	7	" —	—	0,0241	—	0,0098	— 68,6 "
"	23.	8	" —	—	0,0235	—	0,0096	— 67,2 "
"	24.	9	" —	—	0,0240	—	0,0097	— 67,9 "
"	25.	10	" —	—	0,0220	—	0,0090	— 63,0 "
"	26.	11	" —	—	0,0279	—	0,0114	— 79,8 "
"	27.	12	" —	—	0,0260	—	0,0106	— 74,2 "

## Mittwoch, den 26. Sept.

No.	28.	1	Uhr — Min.	—	0,0260	—	0,0106	— 74,2 g
"	29.	2	" —	—	0,0231	—	0,0094	— 65,8 "
"	30.	3	" —	—	0,0265	—	0,0108	— 75,6 "
"	31.	4	" —	—	0,0255	—	0,0104	— 72,8 "
"	32.	5	" —	—	0,0260	—	0,0106	— 74,2 "
"	33.	6	" —	—	0,0252	—	0,0103	— 72,1 "
"	34.	7	" —	—	0,0259	—	0,0106	— 74,2 "
"	35.	8	" —	—	0,0255	—	0,0104	— 72,8 "
"	36.	9	" —	—	0,0260	—	0,0106	— 74,2 "
"	37.	10	" —	—	0,0248	—	0,0100	— 70,0 "
"	38.	11	" —	—	0,0255	—	0,0104	— 72,8 "
"	39.	12	" —	—	0,0267	—	0,0106	— 74,2 "
"	40.	1	" —	—	0,0266	—	0,0109	— 76,3 "

			A		B		C
No. 41.	2	Uhr	—	0,0867	—	0,0150	— 105,0 g
" 42.	3	"	—	0,0813	—	0,0128	— 89,6 "
" 43.	4	"	—	0,0852	—	0,0144	— 100,8 "
" 44.	5	"	—	0,0865	—	0,0149	— 104,3 "
" 45.	6	"	—	0,0842	—	0,0140	— 98,0 "
" 46.	7	"	—	0,0844	—	0,0140	— 98,0 "
" 47.	8	"	—	0,0869	—	0,0151	— 105,7 "
" 48.	9	"	—	0,0872	—	0,0152	— 106,4 "
" 49.	10	"	—	0,0898	—	0,0162	— 113,4 "
" 50.	11	"	—	0,0509	—	0,0208	— 145,6 "
" 51.	12	"	—	0,0529	—	0,0216	— 151,2 "

## Donnerstag, den 27. Sept.

No. 52.	1	Uhr	—	0,0554	—	0,0226	— 158,2 g
" 53.	2	"	—	0,0545	—	0,0222	— 155,4 "
" 54.	3	"	—	0,0520	—	0,0212	— 148,4 "
" 55.	4	"	—	0,0473	—	0,0198	— 135,1 "
" 56.	5	"	—	0,0463	—	0,0189	— 132,3 "
" 57.	6	"	—	0,0418	—	0,0171	— 119,7 "
" 58.	7	"	—	0,0398	—	0,0162	— 113,4 "
" 59.	8	"	—	0,0410	—	0,0167	— 116,9 "
" 60.	9	"	—	0,0384	—	0,0157	— 109,9 "
" 61.	10	"	—	0,0364	—	0,0149	— 104,3 "
" 62.	11	"	—	0,0555	—	0,0145	— 101,5 "
" 63.	12	"	—	0,0868	—	0,0146	— 102,2 "
" 64.	1	"	—	0,0820	—	0,0131	— 91,7 "
" 65.	2	"	—	0,0826	—	0,0133	— 93,1 "
" 66.	3	"	—	0,0810	—	0,0127	— 88,9 "
" 67.	4	"	—	0,0279	—	0,0114	— 79,8 "
" 68.	5	"	—	0,0282	—	0,0115	— 80,5 "
" 69.	6	"	—	0,0269	—	0,0110	— 77,0 "
" 70.	7	"	—	0,0250	—	0,0102	— 71,4 "
" 71.	8	"	—	0,0272	—	0,0111	— 77,7 "
" 72.	9	"	—	0,0235	—	0,0096	— 67,2 "
" 73.	10	"	—	0,0244	—	0,0100	— 70,0 "
" 74.	11	"	—	0,0238	—	0,0097	— 67,9 "
" 75.	12	"	—	0,0230	—	0,0094	— 65,8 "

## Freitag, den 28. Sept.

No. 76.	1	Uhr	—	0,0283	—	0,0095	— 66,5 g
" 77.	2	"	—	0,0222	—	0,0091	— 63,7 "
" 78.	3	"	—	0,0224	—	0,0091	— 63,7 "
" 79.	4	"	—	0,0207	—	0,0085	— 59,5 "
" 80.	5	"	—	0,0206	—	0,0084	— 58,8 "
" 81.	6	"	—	0,0198	—	0,0081	— 56,7 "
" 82.	7	"	—	0,0190	—	0,0078	— 54,6 "
" 83.	8	"	—	0,0215	—	0,0088	— 61,6 "

Übersichtlicher treten die den Füllungszeiten entsprechenden Kochsalzmengen hervor, wenn man jene als Abscissen auf einer Horizontallinie X, diese als Ordinaten vertical zu ihnen abträgt, wodurch die Endpunkte dieser eine Curve bezeichnen, welche den Verlauf der Erscheinung des Kochsalzes in der Aachquelle direct vor Augen führt (vergl. Taf. IV).

Beträgt der mittlere, gewöhnliche Kochsalzgehalt des Aachwassers zur Zeit der ausgeführten Versuche 49,5 g pro  $3\frac{1}{2}$  cbm, berechnet aus den Zahlen vom Anfang der Füllung bis zum merklichen Ansteigen der Salzungscurve bis No. 10, so wird in der Zeichnung das Niveau dieser Salzmenge durch die Gerade, der Abscissenaxe parallele M zum Ausdruck gebracht. Der Raum zwischen dieser Geraden und der Curve, von No. 10 bis No. 82, versinnlicht das allmälige Wachsen des Salzgehaltes, das Maximum und die allmälige Abnahme desselben, unabhängig von dem constanten, gewöhnlichen Salzgehalt des Wassers. Doch lässt sich auch aus den, durch die Ordinaten ausgedrückten Werthen ein mittlerer Salzgehalt berechnen; diejenige Menge nämlich, welche pro Secunde den Querschnitt der Quelle passiren würde, wenn der Salzgehalt in einer durch 71 Stunden hindurch constant fließenden Wassersäule gleichförmig vertheilt wäre. Führt man diese einfache Rechnung aus, so gelangt man zu der Zahl 36,26 g. Diese mittlere Menge wird in der Zeichnung durch den Raum dargestellt, welcher zwischen den geraden Linien M und B liegt. Die in Folge des Versinkens von 200 Ctr. Kehrsalz in der Aachquelle auftretende Gesamtmenge von Chlornatrium kann man also leicht berechnen, wenn man jene 36,26 g mit der Anzahl von Secunden multiplicirt, welche in 71 Stunden enthalten sind.  $3600 \cdot 71 = 255\,600$  u.  $36,26 \cdot 255\,600 = 9\,268\,056 \text{ g} = 9268 \text{ kg} = 185,3 \text{ Centner Chlornatrium}$ . Diese Zahl kommt 200 verhältnissmässig nahe. Bedenkt man nämlich, dass das Kehrsalz nicht reines Chlornatrium ist, dass es etwa 3 bis 4 Proc. Feuchtigkeit und etwa 2 Proc. fremde, nicht chlorhaltige Stoffe enthält, dass ferner auch die Wasserführung der Aach nur annähernd bekannt sein kann, so lässt sich wohl mit Grund annehmen: dass die gesamte Menge Kehrsalz, welche in die Donauversinkungsspalte eingebracht wurde, in der Aachquelle wieder zum Vorschein gekommen sei.

Um den bereits vermittelt des Kochsalzes gewonnenen Resultaten nachträglich noch eine sichtbare Bestätigung zu geben, vornehmlich aber auch den Nachweis zu liefern, dass nicht allein die Eine, zu Versuchen benutzte Hauptversinkungsspalte am Donauufer, sondern auch die stromaufwärts gelegenen Spaltensysteme in gleicher Weise an der Wasserführung der Aach theilhaftig seien, führte Herr C. TEN BRINK noch den schönen, wenn auch kostspieligen Versuch aus, das Aachwasser durch eine weiter oben gelegene, zugängliche Spalte des Donauufers mit einer Lösung von 10 kg des von Prof. BAYER vor wenigen Jahren entdeckten Fluoresceïn<sup>1</sup> (Phtaleïn des Resorcins) in verdünnter Natronlauge zu färben, ihm jene prachtvoll grüne Fluorescenz zu ertheilen, dessen das von Körperfarbe rothe Fluoresceïn in äusserst verdünnten alkalischen Lösungen fähig ist. Wir hatten uns vorher gemeinschaftlich schon experimentell davon überzeugt, dass eine solche Lösung, durch dicke Schichten humoser Ackererde filtrirt, bezüglich ihrer optischen Wirkung nicht merklich verändert wird.

Die Versenkung der Fluoresceïnlösung geschah am Dienstag, den 9. October 1877 gegen 4 Uhr Abends. Die Wirkung derselben in der Aachquelle wurde am Freitag, den 12. October mit Tagesanbruch, also ungefähr 60 Stunden nach vollendeter Ausführung des Versuchs, bemerkt. Nach einem Überschlage der passirten fluorescirenden Wassermenge kann die Verdünnung des Farbestoffs auf ein 40 Millionenstel geschätzt werden und mit dieser Verdünnung war das Aachwasser in der Quelle etwa durch 36 Stunden hindurch prachtvoll grünleuchtend, und erreichte mit dieser Färbung in 24 Stunden den 3 Stunden weit entfernten Ort Arlen.

Die hauptsächlichen Resultate, welche sich aus der Untersuchung über den Zusammenhang zwischen der Donau und der Aachquelle ergeben haben, lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Es ist ein directer Zusammenhang zwischen Aach und Donau nachweisbar.

---

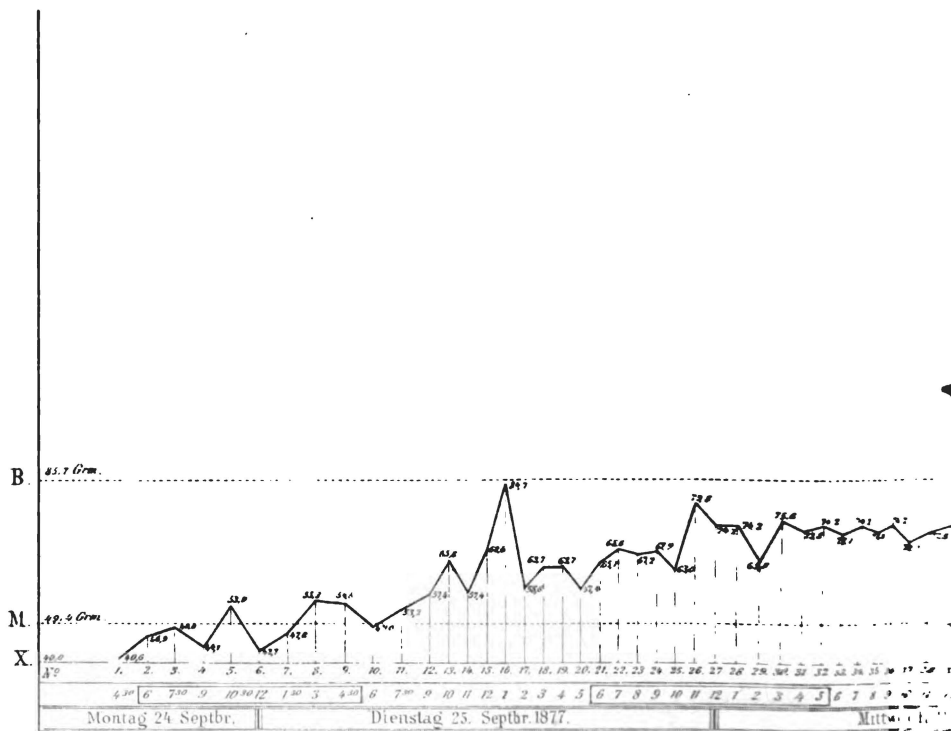
<sup>1</sup> Bezogen von Herrn DURAND in Basel, welcher dasselbe zur Darstellung des „Eosins“ im Grossen bereitet.



2. Zur Zeit des niedrigsten Wasserstandes der Donau zwischen Immendingen und Möhringen führt diese etwa die Hälfte von der Wassermenge, welche gleichzeitig in der Aachquelle zum Vorschein kommt. Die andere Hälfte stammt demnach nicht von der Donau, sondern von unterirdischen Zuflüssen.
3. Jener Zusammenhang zwischen Aach und Donau wird durch ein Spaltensystem, im Kalkstein des weissen Jura von etwa 1000 Fuss Mächtigkeit, vermittelt.
4. Da dieses Spaltensystem im Thalgrunde eines muldenförmigen Schichtenbaues zwischen der rauhen Alp und dem Randen sich befindet, die Spalten selbst in Folge dessen im Allgemeinen nach unten klaffen müssen, so ist es denkbar, dass die Donauwasser bis auf die mergelige und thonige Unterlage des Kalksteins versinken, um nach einem unterirdischen Laufe von 11 km nach dem Princip communicirender Röhren wieder in der Aachquelle von unten nach oben emporzusteigen.
5. 200 Centner Kochsalz in eine der Versinkungsspalten der Donau gebracht, kamen annähernd genau im Quellwasser der Aach wieder zum Vorschein. Die ersten Spuren der Versalzung erschienen nach etwa 20, das Maximum nach 60 Stunden, und das Ende trat nach etwa 90 Stunden auf. Der Gesamtverlauf der Versalzung in der Aachquelle dauerte 71 Stunden.
6. Die qualitativen Versuche, Färbung des Wassers mit alkalischer Fluoresceinlösung oder Versetzung desselben mit rohem Schieferöl zeigten sich in ihren Wirkungen nach etwa 60 Stunden, d. h. zur Zeit der maximalen Wirkung der quantitativ angestellten Versalzungsversuche. Von jenen sind also nur die maximalen Wirkungen zur sinnlichen Wahrnehmung gelangt.
7. Die Gegend an der Donau, zwischen Immendingen, Möhringen und Tuttlingen, erweist sich weniger geeignet für eine lediglich auf Wassermotoren, Wasserräder und Turbinen gestützte Industrie, als die Gegend an der Aach. Denn, abgesehen von den sehr extremen Schwankungen in der Wasserführung der Donau zwischen Null und maxi-

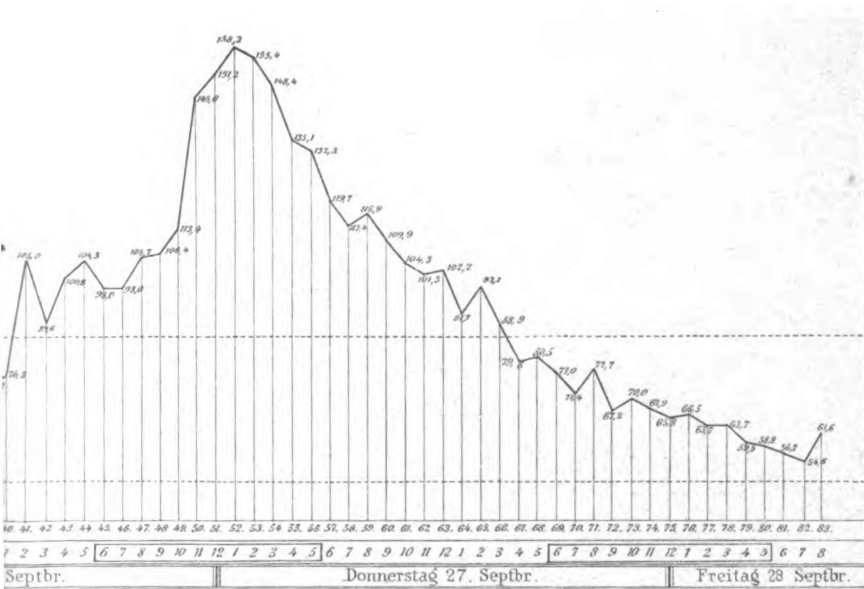
malen Hochwassern, von Schwankungen, welche an der Aach nur innerhalb engerer Grenzen Statt finden, muss vom geologischen Standpuncte vorausgesehen werden, dass sich die Donauspalten durch die auflösende Wirkung des Wassers im Laufe der Zeit auch immer mehr erweitern und in Folge dessen immer mehr Donauwasser verschlingen müssen, welches der Aach zu gut kommt.

8. Vom rein geographischen Gesichtspunkte aus gehört jetzt die obere Donau durch ihren unterirdischen Abfluss ebenso wohl dem Gebiete des schwarzen Meeres an als dem der Nordsee, zeitweilig dem letzteren allein.
-



Donau-Aach Ven

Taf. N.



salzungscurve.

Luft 3 Ebenen von W. G. E. L. S. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8.