

von etwa 30—50 M. waren verschiedene bewohnte Gebäude entstanden und über der Anstalt ein Bahnhof angelegt worden, dessen Einrichtungen starke Bodenverunreinigungen recht gut gestatteten. Diese Zuflüsse waren jedenfalls in den durchlassenden Sandstein gelangt, hier in der Wanderung oxydirt worden und gaben nunmehr zu reichlicher Steigerung der Salpetersäure, wie zur Lösung der Talkerde den Anlass, trotz der gewiss schon tiefen Anlage des Brunnens.

## IV.

### Veränderungen des Wassers der Quellen und Flüsse in verschiedenen Zeiten des Jahres.

Die jedenfalls vollkommen berechtigte Forderung an ein reines Quellwasser, dass es von möglichst gleichbleibender Beschaffenheit sei, führt zu der Frage, welchen Schwankungen innerhalb der hier massgebenden Bestandtheile Quellen, laufende wie stehende (Pumpbrunnen) oder auch das Wasser der Flüsse ausgesetzt sei.

Für diese Aufgabe wurden als Versuchsgegenstände gewählt:

1) Das Wasser, welches bis jetzt in Jena zur städtischen Wasserleitung dient und in circa einer halben Stunde Entfernung von der Stadt nach Westen zu aus dem Kalkgebirge zu Tage tritt. Die Mächtigkeit dieser Quelle oder Quellen ist sehr bedeutend, so dass sie in der Entfernung von wenigen hundert Schritt Mühlen treiben; wenn auch die trockne und nasse Jahreszeit sehr bemerkbar werden, so liegen doch hier mächtige Wassergüsse vor, welche einer grossen Fläche des überliegenden Gebirges ihren Ursprung verdanken müssen und somit möglichst gleichartige Verhältnisse als Grundlage haben. Trotz alledem ist ein rasch auffallender starker Wasserzufluss, bei starkem anhaltendem Regen, sehr bald durch Trübung des Quellwassers bemerkbar und in eben so kurzer Zeit, wenigen Tagen, wieder verschwunden. Dies erhält wohl durch das zerklüftete Kalkgebirge

genügend Erklärung, ist aber nur als bald vorübergehende Erscheinung zu erwähnen.

2) Ein Pumpbrunnen in der Zwätzener Vorstadt, in einem Garten vor einigen Jahren neu angelegt, lieferte das Wasser zur zweiten Versuchsreihe. Der Brunnen liegt in dem Thale der Saale, jedoch von dieser mehrere hundert Schritt entfernt, in der Umgebung desselben sind wiederholt Fälle von Typhus vorgekommen, ohne direct auf dieses Wasser zurückzuführen.

3) Das Wasser der Saale.

Die Prüfung auf die für die Betrachtung der Gesundheitszwecke massgebenden Bestandtheile geschah in den Zwischenräumen von 1 Monate und wurde das Wasser der Wasserleitung stets unmittelbar von dem Ausfluss der seitlich aus dem Gebirge entströmenden Quelle entnommen.

#### A. Wasser der Wasserleitung von Jena (1872/73).

##### a) Quelle im Mühlthale.

Datum 1872.	Ab- dampf- rückst.	Org. Sub- stanz.	Salpe- ter- säure.	Chlor.	Schwe- fel- säure.	Kohlen- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
29/6.	38,4	0,54	0,11	0,52	1,44	27,74	13,50	3,53	18,44
30/7.	37,9	0,54	0,16	0,57	2,72	26,56	13,44	3,13	18,32
27/8.	38,5	0,65	Spur	Spur	2,34	27,13	14,03	3,15	18,44
2/10.	40,9	0,37	„	„	2,30	26,67	13,45	3,60	18,49
3/11.	47,0	1,26	„	„	Spur	35,34	13,05	3,17	17,48
4/12.	35,5	0,54	0,27	0,64	1,48	32,44	10,36	2,70	14,14
1873.									
1/1.	35,0	?	0,22	0,64	1,30	?	11,22	2,27	14,40
1/2.	35,0	0,18	0,54	0,80	2,68	31,71	14,00	2,34	17,28
28/2.	36,0	0,79	0,32	0,64	2,68	31,07	14,39	2,27	17,37
1/4.	34,5	0,18	0,16	1,15	1,03	18,48	14,75	1,96	17,49
3/5.	29,5	1,11	0,28	1,06	1,37	18,09	12,32	0,91	13,59
26/5.	35,0	0,16	0,16	0,89	1,72	36,43	12,88	1,96	15,62

Um eine Controle dieser Bestimmungen zu haben und gleichzeitig den Einfluss einer längeren Röhrenleitung kennen zu lernen, wurde an denselben Tagen das Wasser eines der laufenden Brunnen

in der Stadt Jena untersucht und zwar diente dazu der Auslauf in dem Gehöfte der Grossherzogl. landwirthschaftlichen Lehranstalt. Die Leitung ausserhalb der Stadt ist auf etwa eine halbe Stunde Entfernung von Holzröhren gefertigt, innerhalb derselben grossentheils aus eisernen Röhren, namentlich in den Verzweigungen.

## b) Wasser des laufenden Brunnens in der Stadt.

Datum 1872.	Ab- dampf- rückst.	Org. Sub- stanz.	Salpe- ter- säure.	Chlor.	Schwe- fel- säure.	Kohlen- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
29/6.	39,2	0,89	0,16	0,54	1,58	27,80	14,00	2,95	18,13
30/7.	39,3	0,79	0,16	0,69	2,74	28,81	14,00	3,06	18,28
27/8.	39,9	0,80	Spur	Spur	2,44	28,50	14,56	2,90	18,62
2/10.	39,4	0,66	"	"	2,23	25,43	14,00	3,28	18,59
3/11.	47,5	1,07	"	"	Spur	32,69	13,22	3,24	17,75
4/12.	36,0	0,54	0,11	0,64	1,29	33,16	10,64	2,52	14,14
1873.									
1/1.	35,3	0,71	0,22	0,64	1,17	29,92	11,65	2,16	14,67
1/2.	40,0	1,05	0,54	0,88	2,33	32,67	13,44	2,34	16,71
28/2.	35,6	0,89	0,54	0,64	2,74	27,28	14,04	2,20	17,12
1/4.	35,5	0,55	0,16	1,06	1,03	13,87	14,56	1,60	16,80
3/5.	30,5	1,48	0,38	1,90	1,37	17,38	12,04	0,90	13,30
26/5.	34,0	0,31	0,32	0,91	1,54	30,41	12,60	3,24	17,14

Gleichzeitig wurden auch Temperaturmessungen an Quelle und Abfluss in der Stadt vorgenommen und folgende Beobachtungen verzeichnet:

1872

1873

29/6—30/7—27/8—2/10—3/11—4/12—1/1—1/2—28/2—1/4—3/5—26/5

Lufttemperatur (nach Celsius).

20°,8 16°,6 20°,0 18°,4 ? 2°,4 5°,1 3°,4 8°,0 14°,5 14°,4 15°,1

Quelle am Ursprung.

10°,4 10°,6 10°,8 10°,45 10°,6 10°,2 10°,2 ? 10°,4 10°,3 10°,0 9°,5

Auslauf in der Stadt.

14°,0 15°,5 14°,5 12°,0 10°,6 10°,8 6°,0 5°,7 5°,6 8°,9 8°,7 8°,8

Die letzteren Beweise dürften von keiner geringen Bedeutung sein. Die Temperatur der eigentlichen Quelle am Orte des Zutage-

tretens bleibt sich eigentlich völlig gleich, die Schwankungen bewegen sich in Bruchtheilen eines Grades und dies ist von jeder aushaltenden gut gefassten Quelle zu verlangen. Der niedrigste Stand wurde an der Quelle im Mai beobachtet mit  $9^{\circ},5$  C., der höchste am 27. Aug. mit  $10^{\circ},8$ , die grösste Differenz beträgt demnach  $1^{\circ},3$  C., die mittlere Temperatur circa  $10^{\circ}$  C.; Wärmegrade, wie sie in hiesiger Gegend bei starken Quellen vorzukommen pflegen.

In der Stadt ist merkwürdiger oder sonderbarer Weise die Leitung in einer sog. Brunnenstube unterbrochen, indem daselbst das Wasser der Hauptröhre in ein trogähnliches Gefäss sich ergiesst und hier augenblicklich in die verschiedenen Stränge der Stadt vertheilt wird. Wenn auch sicher von Einfluss, kann durch diese augenblickliche Unterbrechung doch nicht die Verschiedenheit der Wärmegrade allein Erklärung finden. Am Auslaufe des Brunnens wurde die niedrigste Temperatur am 28. Februar beobachtet mit  $5^{\circ},6$  bei einer Luftwärme von  $8^{\circ}$ , die höchste Wärme des Wassers ergab sich dagegen am 30. Juli mit  $15^{\circ},5$  C., die Differenz beträgt demnach circa  $10^{\circ}$  C. Die Schwankungen entsprechen allerdings den Jahreszeiten, lassen aber immer auf eine zu hoch gelegte Leitung schliessen und führen die Unannehmlichkeit mit sich, dass bis jetzt im Sommer oft kein kühlendes Trinkwasser zu erhalten ist, im Winter dagegen so kaltes, dass man vor dem Genusse zurückschreckt.

Die Resultate der chemischen Prüfung von Quelle am Ursprung und des circa  $\frac{1}{2}$  —  $\frac{3}{4}$  Stunden entfernten Auslaufes eines Brunnens können erst durch unmittelbaren Vergleich beurtheilt werden und ergaben beide in 100,000 Th. Wasser:

a. Quelle im Mühlthale.			b. Laufender Brunnen der Stadt.						
Abdampf- rückstand.	Org. Subst.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwe- felsäure.	Kohlen- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.	
29. Juni 1872.									
A.	38,4	0,54	0,11	0,52	1,44	27,74	13,50	3,53	18,44
B.	39,2	0,89	0,16	0,54	1,58	27,79	14,00	2,95	18,13
30. Juli.									
A.	37,9	0,54	0,16	0,57	2,72	26,56	13,44	3,13	18,32
B.	39,3	0,79	0,16	0,69	2,74	28,81	14,00	3,06	18,28

Abdampf- rückst.	Org. Subst.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwe- felsäure.	Kohlen- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
27. August.								
A. 38,5	0,65	Spur	Spur	2,34	27,13	14,03	3,15	18,44
B. 39,9	0,81	"	"	2,44	28,50	14,56	2,90	18,62
2. October.								
A. 40,9	0,37	"	"	2,30	26,67	13,45	3,60	18,49
B. 39,4	0,66	"	"	2,23	25,43	14,00	3,28	18,59
3. November.								
A. 47,0	1,26	"	"	Spur	35,34	13,05	3,17	17,48
B. 47,5	1,07	0,32	"	"	32,69	13,24	3,24	17,75
4. December.								
A. 35,5	0,54	0,27	0,64	1,48	32,44	10,36	2,70	14,14
B. 36,0	0,54	0,11	0,64	1,30	33,16	10,64	2,52	14,14
1. Januar 1873.								
A. 35,0	?	0,22	0,64	1,30	?	11,22	2,27	14,40
B. 35,3	0,71	0,22	0,64	1,17	29,92	11,65	2,16	14,67
1. Februar.								
A. 35,0	0,18	0,54	0,80	2,68	31,71	14,00	2,34	17,28
B. 35,6	1,05	0,54	0,88	2,33	32,67	13,44	2,34	16,71
28. Februar.								
A. 36,0	0,79	0,32	0,64	2,68	31,07	14,39	2,27	17,37
B. 35,6	0,89	0,54	0,64	2,74	27,28	14,04	2,20	17,12
1. April.								
A. 34,5	0,18	0,16	1,15	1,03	18,48	14,75	1,96	17,49
B. 35,5	0,56	0,16	1,06	1,03	13,87	14,56	1,60	16,80
3. Mai.								
A. 29,5	1,11	0,28	1,06	1,37	18,09	12,32	0,91	13,59
B. 30,5	1,48	0,38	1,90	1,37	17,38	12,04	0,90	13,30
26. Mai.								
A. 35,0	0,16	0,16	0,89	1,72	36,43	12,88	1,96	15,62
B. 34,0	0,31	0,32	0,98	1,54	30,41	13,60	3,24	17,14

Die Differenzen zwischen beiden Wasserproben sind im Ganzen unbedeutend zu nennen und beweisen beide Resultate ein und denselben Ursprung derselben. Sehr oft erhalten Schwankungen

in der Mischung der Quelle Bestätigung durch die an dem Ausflusse des Brunnens erhaltenen Resultate; einige Male liegen jedoch auch deutliche Zeichen vor, dass die Leitung fehlerhaft war.

Bei den Resultaten der Untersuchungen wurde überhaupt folgendes Steigen und Fallen bei den einzelnen Bestandtheilen beobachtet:

Abdampfrückstand:

A. Quelle	29,5	den 3. Mai	und	47,0	den 3. Nov.
B. Brunnenwasser	30,5	„ „ „ „	47,5	„ „ „	

Die Bestimmung des Abdampfrückstandes bei 110 bis 120° C. unterliegt leicht einiger Ungenauigkeit, ob länger oder kürzer der Wärme ausgesetzt, ob mehr oder minder wasserbindende Verbindungen zugegen u. s. w., und soll überhaupt mehr zur annähernden Beurtheilung dienen; man überzeugt sich jedoch deutlich, dass die Resultate gut übereinstimmen und eben so einen annähernden Vergleich ermöglichen. Die grössten Differenzen unter sich betragen nach obigen Zahlen bei A = 17,5, bei B = 17,0. Fast durchgängig ergibt das Brunnenwasser ein wenig mehr Rückstand, als die Quelle, was wohl in der Aufnahme von etwas organischer Substanz aus der Leitung herrühren dürfte.

Organische Substanz. Die Schwankungen betragen bei  
 A. 0,16 — 26. Mai — bis 1,26 den 3. Nov.; Differenz = 1,10.  
 B. 0,31 — „ „ „ „ 1,48 „ „ Mai; „ = 1,17.

Die Grenzzahl für den Gehalt der Trinkwasser an sogen. organischer Substanz — durch übermangansaures Kali leicht oxydirbare Stoffe — wurde von Pettenkofer mit 5 Th. pro 100,000 Th. Wasser gegeben, Kubel ging schon herab auf 2 und ich habe wiederholt festgestellt, dass reine Quellen kaum mehr als 1 Th. enthalten, in der Regel weniger. Hier beträgt die Minimalzahl 0,16, die Maximalzahl 1,26 bei der Quelle; der Brunnenausfluss in der Stadt zeigt fast durchgängig etwas mehr, demnach jedenfalls von den Holnröhren entnommen. Die Durchschnittszahl der 11 Bestimmungen bei dem Wasser der Quelle ist 0,57 Th. organische Substanz in 100,000 Th. Wasser.

Steigen und Sinken der organischen Substanz zeigen sich bei Quelle und Brunnenabfluss fast immer correspondirend, ausser d. 1. Februar, wo die Quelle nur 0,18 Th. enthielt, das Wasser des Brunnens 1,05; dies lässt auf eine damalige Beschädigung der Leitung schliessen.

Härte. Am Besten ist der Jahreseinfluss der Witterung in der Härte — dem Gesamtausdruck für Kalk und Talkerde — zu erkennen.

Die Härtegrade schwanken bei der Quelle zwischen 13,59 und 18,49 — Differenz = 4,9, bei dem Ausfluss des Brunnens zwischen 13,30 und 18,62 — Differenz = 5,32. Bei Quelle und Brunnen sind die geringsten Härtegrade im Mai 1873, der einem feuchten Frühjahr folgte; die höchsten Härtegrade finden sich dann bei beiden in den Monaten Juni bis October des trocknen Sommers 1872. Meistentheils beträgt die Härte im Brunnenauslauf der Stadt etwas weniger, als an der Quelle. Der mittlere Härtegrad beträgt bei 12 Bestimmungen für die Quelle 16,75 Grade.

Salpetersäure. Schwankungen bei der Quelle 0,11 bis 0,54 Theile — Differenz = 0,43, bei dem laufenden Brunnen der Stadt desgleichen 0,11—0,54.

Die Ermittlungen der Salpetersäure hat besonderen Werth wegen der Wichtigkeit derselben als bleibendes Zersetzungsproduct stickstoffhaltender organischer Substanzen. Die Salpetersäure erzeugt sich dabei in den lockeren, der Luft zugänglichen, demnach oberen Schichten als Oxydationsproduct und wird nachweisbar die Entstehung derselben namentlich durch Alkalien befördert. Boussingault glaubte daher auch, grössere Mengen in Quellen des Kalkgebietes gefunden zu haben. Die Grenzzahl für reines Wasser ist als 0,4 in 100,000 Th. Wasser festgestellt.

Nur einmal, am 1. Februar wird diese Grenzzahl bei der Quelle überschritten und zwar nur mit 0,54, dasselbe Resultat ergibt an diesem Tage der Brunnenablauf der Stadt; hier findet sich, jedenfalls durch äusseren Zufluss, dieselbe Menge auch am 28. Februar, ausserdem liegen die Zahlen weit unter der Grenzzahl und giebt die Quelle als Mittel von 9 Bestimmungen

die Quantität von 0,25 Th. Salpetersäure auf 100,000 Th. Wasser.

Chlor. Quelle = 0,52 — 1,15 — Differenz = 0,63.  
 Auslauf des Brunnes = 0,54 — 1,90 — Differenz = 1,36.  
 Grenzzahl 0,2—0,8; Mittelzahl aus 9 Bestimmungen der Quelle = 0,77.

Die Kalkgebirge enthalten gewöhnlich reichlicher Chloride der Alkalien und giebt sich dies auch in der Mischung dieses Quellwassers zu erkennen, obgleich die Mittelzahl noch innerhalb der sog. Grenzzahl für reine Quellen bleibt. Zuflüsse der oberen Schichten steigern gewöhnlich sofort die Chloride und schwefelsauren Salze.

Schwefelsäure. Quelle — 1,03 — 2,72 Differenz = 1,69. Auslauf des Stadtbrunnens — 1,03 — 2,74 Differenz 1,71. Grenzzahl = 0,2 — 6,3. Mittelzahl für die Quelle bei 11 Bestimmungen = 1,86.

Die für die Schwefelsäure ausgesprochene Grenzzahl schwankt wegen der im Kalkgebiete sehr häufig sich findenden grösseren Menge gegenüber den reinen Quellen anderer Gebirgsformation. Fast durchgängig kann diese Säure auf Gyps bezogen werden und halten sich die hier gebotenen Resultate völlig innerhalb der Vorkommnisse bei reinem Quellwasser der Kalkschichten. Die verhältnissmässig grösseren Veränderungen im Gehalte sind aus dem Ursprunge der Quelle leicht erklärlich.

Bei Zufluss von Verunreinigungen aus Düngerabfällen treten dann meist auch schwefelsaure Alkalien zu.

Kohlensäure. Die Bestimmung der Gesamtmenge der Kohlensäure geschah namentlich wegen des späteren Vergleiches mit den Resultaten des fliessenden Wassers. Gefunden wurden bei Quelle 18,09 — 36,43, bei Auslauf des Brunnes 13,87 — 33,69, die Differenz bei ersterer beträgt 18,32, bei letzterem 19,82.

Diese bedeutenden Schwankungen sind sowohl von dem Steigen und Fallen der kohlensauren Verbindungen von Kalk und Talkerde abhängig, wie von den jeweiligen inneren Zuflüssen überhaupt. Sehr häufig lässt sich ein Verlust durch den langen Lauf der Leitung erkennen, jedoch zeigt das Brunnenwasser der

Stadt auch weit grösseren Gehalt zu gleicher Zeit. Diese scheinbaren Widersprüche sind erklärlich durch die fast immer vorhandene Ansammlung von Kohlensäure an einzelnen Stellen der Leitung.

### B. Wasser der Saale.

Die Proben der verschiedenen Wasser wurden stets an einem Tage gefasst, diejenigen für Kohlensäurebestimmung so, dass das Wasser in eine Mischung von Baryt und Ammoniak direct einlief. Es ist wohl gleichgültig, ob genau der erste Tag des Monats gewählt wurde oder ein naheliegender zufällig den Verhältnissen geeigneter. Das Wasser der Saale wurde oberhalb der Stadt im Paradiese und zwar entfernt vom Ufer geschöpft.

In 100,000 Wasser wurden gefunden:

Dat.	Abdampf- rückstand.	Org. Subst.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwe- felsäure.	Kohlen- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
1872									
29/6.	23,5	3,39	0,11	1,41	3,91	9,47	6,60	2,16	9,62
30/7.	24,5	4,01	0,11	0,62	6,35	10,73	8,96	1,95	11,69
27/8.	14,2	4,12	?	1,45	5,86	9,03	7,28	1,95	10,01
2/10.	29,8	2,33	?	1,98	5,15	11,73	7,45	2,24	10,58
3/11.	31,2	3,13	?	1,24	?	12,84	6,22	2,31	9,45
4/12.	13,5	2,95	0,65	?	2,65	10,57	3,64	0,50	3,71
1873									
1/1.	17,5	1,79	0,11	0,57	2,09	?	2,41	0,65	3,31
1/2.	24,0	2,59	0,16	2,17	1,99	10,72	3,36	0,90	4,62
28/2.	11,5	3,13	0,11	1,57	1,08	6,01	1,69	0,49	2,37
1/4.	12,5	0,93	0,20	0,92	0,69	5,07	1,80	0,36	2,30
3/5.	8,0	3,88	0,19	0,97	2,06	12,57	3,36	0,73	4,33
26/5.	15,0	2,19	0,22	1,07	3,26	13,17	3,64	1,08	5,15

Die Schwankungen innerhalb der bestimmten Substanzen sind folgende:

	Mittelzahl.
Abdampfrückstand:	8,0 — 31,2, Differenz = 23,2 = 18,8.
Organ. Substanz:	0,93 — 4,10, „ = 3,17 = 2,87.
Salpetersäure:	0,11 — 0,65, „ = 0,54 = 0,21.
Chlor:	0,57 — 2,17, „ = 1,60 = 1,25.

				Mittelzahl.
Schwefelsäure:	0,69 — 6,35,	Differenz =	5,66 =	4,09.
Kohlensäure:	6,01 — 12,84,	„ =	6,83 =	10,18.
Härte:	2,30 — 11,69,	„ =	9,39 =	6,35.

### C. Wasser eines Pumpbrunnens in der Zwitzengasse.

Dasselbe enthält in 100,000 Theilen:

Dat.	Abdampf- 1872 rückstand.	Org. Subst.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwe- felsäure.	Kohlen- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
29/6.	175,7	3,03	?	9,15	45,49	34,14	43,90	7,46	54,34
30/7.	180,8	6,30	8,83	12,36	41,58	96,88	38,98	6,67	48,23
27/8.	181,8	5,48	9,07	11,78	43,01	62,20	39,42	6,90	49,08
2/10.	165,3	2,24	7,02	8,97	42,22	60,54	39,20	5,77	47,26
3/11.	160,0	2,23	6,48	13,23	28,88	39,14	36,51	6,41	45,38
4/12.	174,0	3,57	9,72	7,17	48,07	41,31	40,60	4,72	45,20
1873									
1/1.	211,0	2,14	9,93	8,28	45,90	?	37,86	5,69	45,88
1/2.	198,0	3,12	11,36	10,83	51,43	40,80	41,44	6,67	50,77
28/2.	193,3	3,04	9,07	10,63	50,89	34,51	41,44	6,67	50,77
1/4.	241,0	1,78	11,77	10,97	73,10	18,76	48,82	8,29	60,42
3/5.	185,0	2,04	9,96	9,58	57,68	24,28	44,24	7,57	54,83
26/5.	224,0	3,30	8,75	17,74	59,40	47,12	48,72	7,21	58,80

#### Schwankungen:

				Mittelzahl.
Abdampfrückstand:	160,0 — 241,0,	Differenz =	81,00 =	189,1.
Organ. Substanz:	1,78 — 6,30,	„ =	4,52 =	3,18.
Salpetersäure:	6,48 — 11,77,	„ =	5,29 =	9,27.
Chlor:	8,28 — 17,74,	„ =	9,46 =	10,89.
Schwefelsäure:	28,88 — 73,10,	„ =	44,22 =	48,72.
Kohlensäure:	18,76 — 96,88,	„ =	78,12 =	45,42.
Härte:	45,20 — 60,42,	„ =	15,22 =	50,90.

Die Mittelzahlen repräsentiren nicht das Mittel der Differenzen, sondern die thatsächliche Mittelzahl der sämmtlichen angeestellten Versuche.

Die Schwankungen des Abdampfrückstandes bei dem Wasser des Pumpbrunnens betragen mehr als das Doppelte des Abdampf-

rückstandes vom Quellwasser überhaupt und nichts kann rascher den Unterschied von laufendem Quellwasser, frei von Zuflüssen der Umgebung, von Flusswasser und Wasser eines Pumpbrunnens geben, als der directe Vergleich.

100,000 Th. Wasser ergaben:

A. Quellwasser.

C. Pumpbrunnen der Stadt.

D. Saalwasser.

	Abdampf- rückstand.	Org. Subst.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwe- felsäure.	Kohlen- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
29. Juni 1872.									
A.	38,4	0,54	0,11	0,52	1,44	27,74	13,50	3,53	18,44
C.	175,7	3,03	?	9,15	45,49	34,14	43,90	7,46	54,34
D.	23,5	3,39	0,11	1,41	3,91	9,47	6,60	2,16	9,62
30. Juli 1872.									
A.	37,9	0,54	0,16	0,57	2,72	26,56	13,44	3,13	18,32
C.	180,8	6,30	8,83	12,36	41,58	96,88	38,98	6,67	48,23
D.	24,5	4,01	0,11	0,62	6,35	10,73	8,96	1,95	11,69
27. August 1872.									
A.	38,5	0,65	?	?	2,34	27,13	14,03	3,15	18,44
C.	181,1	5,48	9,07	11,78	43,01	62,20	39,42	6,90	49,08
D.	24,1	4,12	?	1,45	5,86	9,03	7,28	1,95	10,11
2. October 1872.									
A.	40,9	0,37	?	?	2,30	26,67	13,45	3,60	18,49
C.	165,3	2,24	7,02	8,97	42,22	60,54	39,20	5,77	47,26
D.	29,8	2,33	?	1,98	5,15	11,73	7,45	2,24	10,58
3. November 1872.									
A.	47,0	1,26	?	?	?	35,34	13,05	3,17	17,48
C.	160,0	2,23	6,48	13,23	28,88	39,14	36,51	6,41	45,38
D.	31,2	3,13	?	1,24	?	12,84	6,22	2,31	9,45
4. December 1872.									
A.	35,5	0,54	0,27	0,64	1,48	32,44	10,36	2,70	14,14
C.	174,0	3,57	9,72	7,17	48,07	41,31	40,60	4,72	45,20
D.	13,5	2,95	0,65	?	2,65	10,57	3,64	0,50	3,71

	Abdampf- rückstand.	Org. Subst.	Salpeter- säure.	Chlor.	Schwe- felsäure.	Kohlen- säure.	Kalk.	Talk- erde.	Härte.
1. Januar 1873.									
A.	35,0	?	0,22	0,64	1,30	?	11,22	2,27	14,40
C.	211,5	2,14	9,94	8,28	45,91	?	37,86	5,69	45,88
D.	17,5	1,78	0,11	0,57	2,09	?	2,41	0,65	3,31
1. Februar 1873.									
A.	35,0	0,18	0,54	0,80	2,68	31,71	14,00	2,34	17,28
C.	198,0	3,13	11,36	10,83	51,43	40,81	41,44	6,67	50,77
D.	24,0	2,59	0,16	2,17	1,99	10,73	3,36	0,90	4,62
28. Februar 1873.									
A.	36,0	0,79	0,32	0,64	2,68	31,07	14,39	2,27	17,37
C.	193,3	3,04	9,07	10,63	50,88	34,51	41,44	6,67	50,77
D.	11,5	3,13	0,11	1,57	1,08	6,01	1,69	0,49	2,37
1. April 1873.									
A.	34,5	0,18	0,16	1,15	1,03	18,48	14,75	1,96	17,49
C.	241,0	1,78	11,77	10,97	73,10	18,75	48,82	8,29	60,42
D.	12,5	0,93	0,20	0,92	0,69	5,07	1,80	0,36	2,30
3. Mai 1873.									
A.	29,5	1,11	0,28	1,06	1,37	18,09	12,32	0,91	13,59
C.	18,5	2,04	9,96	9,58	57,68	24,28	44,24	7,57	54,83
D.	8,0	3,89	0,19	0,97	2,06	12,57	3,36	0,72	4,33
26. Mai 1873.									
A.	35,0	0,16	0,16	0,89	1,72	36,43	12,88	1,96	15,62
C.	224,0	3,30	8,75	17,74	59,40	47,12	48,72	7,21	58,80
D.	15,0	2,19	0,22	1,07	3,26	13,17	3,64	1,08	5,15

Grenzzahlen für reines Trinkwasser.

10-50 1-2 0,4 0,2-0,8 0,2-6,3 18.

Alle Einzelheiten zu betrachten, welche aus diesen Zahlenreihen sich ergeben, würde zu weit führen und mag bei eingehendem Falle dem eigenen Studium überlassen bleiben.

Auch die Quelle ist den äusseren Witterungsverhältnissen unterworfen, so sinkt in Folge des wasserreichen Herbstes die Härte im November, December und Januar von 18,49 auf 17,48

14,14, 14,40, steigt hierauf wieder bis April zu 17,49 Graden, um nun in Folge des wasserreichen Frühjahres wieder auf 13,59 Grade zu fallen im Mai, während Ende Mai schon wieder die Steigerung auf 15,62 Grade stattfindet. Die Schwankungen der Härte betragen bei der Quelle 4,9 Grade, der mittlere Härtegrad ist 16,75 Grad, bleibt demnach noch völlig unter der sog. Grenzzahl 18,0. Das letztere ist in sofern bemerkenswerth, als diese Quelle bei Jena der Formation des Muschelkalkes entspringt und demnach zu den härtesten Vorkommnissen vermöge des natürlichen Gebirges zählt. Die nahegelegene Gegend von Weimar, Apolda u. s. w. liefert oft allerdings härteres Wasser, selbst bei reinsten, gypsfreien Quellen, weil dort der Kalk dolomitisch wird und nun, jetzt leicht erklärlich, die Talkerde in nicht gewöhnlichem Maasse steigt.

Das weichste Wasser ist, wie fast überall, das fließende des Flusses, weil hier bei dem Laufe sich die abzuschneidenden kohlen-sauren alkalischen Erden entfernen, Wasser aus ferner gelegenen Gegenden zufließen u. s. w.; die Härte des Saalwassers schwankt zwischen 2,30—11,69, Differenz = 9,39 oder circa 4 Mal so gross, als der geringste, beobachtete Härtegrad bei demselben Wasser, die mittlere Härte betrug 6,35. Schon diese Zahlen beweisen auf das Bestimmteste die wechselnden Verhältnisse bei Flusswasser; Umstände, welche den Anforderungen einer gleichmässigen Beschaffenheit — als Genuss- oder Trinkwasser — direct entgegen stehen.

Kommt man nun endlich mit den Ergebnissen bei dem Wasser des Pumpbrunnens, so mag nochmals vorangestellt werden, dass derselbe in einer Vorstadt Jena's, im Garten eines Hauses der Zwätzener Gasse, vor wenigen Jahren neu angelegt worden war und somit erst recht den Zustand der Jetztzeit vertritt.

Die Härtegrade schwanken zwischen 45,20 — 60,42, Differenz = 15,22. Die letztere ist gegenüber der so ungeheuer grossen Härtezahl an und für sich nicht auffallend und beweist im Ganzen die ziemlich gleichbleibenden Verhältnisse der äusseren Zuflüsse.

Es wäre möglich, dass in der hiesigen Formation diese Quellen aus Gypsschichten herrührten, da die Menge der Schwefelsäure sich so hoch beläuft, aber die Zahlen für Chlor und Salpetersäure beweisen nur zu deutlich, dass das Wasser einem völlig durchjauchten, inficirten Boden entnommen wird.

Hier wurde der vergleichenden Untersuchung wegen ein Wasser wiederholt geprüft, an anderen Orten habe ich genügend Material veröffentlicht, woraus ohne Zweifel hervorgeht, dass reine Pumpbrunnen, besser reines oder nur reineres Wasser in denselben, zu den Seltenheiten gezählt werden müssen.

Für die gesundheitspolizeiliche Beurtheilung ist die Menge der Salpetersäure von grösstem Werthe. Die fliessende Quelle giebt zu erkennen, welche Verhältnisse in reinem Quellwasser der Gegend walten, die Steigerung bei anderen Proben kann daher nur auf Verunreinigung zurückgeführt werden.

Gefunden wurden bei der Quelle, für 100,000 Th. Wasser, zwischen 0,11 und 0,54 Theilen, Differenz = 0,43; Mittelzahl der Versuche = 0,25,

bei dem Wasser der Saale — 0,11 — 0,65, Differenz = 0,54; Mittelzahl = 0,21,

bei dem Wasser des Pumpbrunnens = 6,48 — 11,77, Differenz = 5,29; Mittelzahl = 9,27.

Grenzzahl für Salpetersäure = 0,40.

Die Menge der Salpetersäure im Quellwasser beträgt nur einmal im Februar 0,54, jedenfalls eingeführt durch die Zuflüsse des wassereichen Herbstes, die Mittelzahl bleibt noch weit unter der sog. Grenze, und beweist auf's Neue die Wichtigkeit derselben, sowie, dass sie für reine Quellen eher zu hoch als zu niedrig ist.

Bei dem Flusswasser walten ganz ähnliche Verhältnisse; die Zerstörung der organischen Materien findet eben in den oberen Schichten der Erde statt und werden hier, wenn möglich, die Producte wieder zur Ernährung der Pflanze verbraucht.

Die, die Flüsse speisenden, laufenden Quellen enthalten wenig dieser Zersetzungsproducte und der Regen desgleichen.

Dagegen bringt das Wasser des Pumpbrunnens die augenscheinlichsten Beweise dieser unterirdischen Verunreinigungen, die Mittelzahl für Salpetersäure beträgt schon an und für sich fast 40 Mal mehr, als diejenige der Quelle.

Die Salpetersäure, als bleibendes Product der Verwesung stickstoffhaltender organischer Substanz, giebt gewissermassen ein Bild der Mischung der etwas tiefer gelegenen Erdschichten wieder, die Schwankungen in derselben zeichnen sehr gut auch hier den wechselnden Zufluss, dagegen ist die sog. organische Substanz das vorübergehende Material der ersten Umsetzung thierischer und pflanzlicher Abfälle, welche bei dem ersten Angriffe lösliche, leicht weiter zersetzbare Stoffe abgeben.

Das Quellwasser enthält an organischer Substanz 0,16 — 1,26, Differenz 1,10; Mittelzahl der Versuche = 0,57. Mengen höher als 1 wurden nur im November und Mai, offenbar bei der Einwirkung der wasserreicheren, vorhergehenden Zeit beobachtet und sind daher leicht erklärlich. Die Mittelzahl der Versuche, 0,57, bleibt noch weit unter 1, und ist letztere Zahl daher mit Recht für reines Quellwasser festzuhalten.

Das Wasser der Saale erwies zu derselben Zeit die Zahlen 0,93 — 4,10, Differenz = 3,17, Mittelzahl der Versuche = 2,87 für organische Substanz, und das Wasser des Pumpbrunnens enthielt 1,78 — 6,30, Differenz = 4,52, Mittelzahl = 3,18.

Diese Ergebnisse characterisiren am deutlichsten, warum man vom gesundheitlichen Standpunkte aus sich gegen jede Verwendung von Fluss-Wasser als Trinkwasser erklären muss und wie dies auch fast stets bei Wasser der Pumpbrunnen der Fall ist. Es ist der Wechsel in diesen Stoffen, der jeden Augenblick die misslichsten Verhältnisse befürchten lässt.

#### Schwefelsäure und Chlor.

Die erstere beträgt bei dem Quellwasser 1,03 — 2,72 — Differenz = 1,69; Mittelzahl = 1,86.

Das Wasser der Saale ergab 0,69 — 6,35, Differenz = 5,66; Mittelzahl = 4,09.

Wasser des Pumpbrunnens 28,88 — 73,10, Differenz = 44,22; Mittelzahl = 48,72.

Die Menge der Schwefelsäure beträgt bei den Quellen der Kalkformation gewöhnlich mehr, als bei anderen Gebirgen, erklärlich durch das fast gleichzeitig auftretende Vorkommen des Gypses, aus diesem Grunde glaubte ich der sog. Grenzzahl für reines Wasser einen etwas grösseren Spielraum gewähren zu müssen und stellte dieselbe auf 0,2 — 6,3. Die obige Angabe zeigt ein gewöhnliches Verhältniss bei Kalkquellen. Das Flusswasser berührt hier häufig Gyglager und spiegelt sich dies auch wieder in den bedeutenden Schwankungen, so dass schliesslich sogar 6,35 Th. Schwefelsäure in 100,000 Th. Wasser gefunden werden, wodurch dasselbe momentan eine starke, bleibende Härte erlangt, jedenfalls liegt auch hier die wechselnde Mischung des fliessenden Wassers klar vor Augen.

Das Wasser des Pumpbrunnens jedoch giebt Zahlen, die keiner weiteren Beleuchtung bedürfen; die Verunreinigungen treten auf das Schärfste hervor und erhalten noch weitere Bestätigung durch das Chlor. Die Quelle enthält 0,52 bis 1,15 Th. Chlor, Differenz = 0,63; Mittelzahl = 0,77. Grenzzahl für reines Trinkwasser = 0,2 — 0,8.

Das Wasser der Saale gab 0,57 — 2,17 Th., Differenz = 1,60; Mittelzahl = 1,25.

Der Pumpbrunnen erwies 8,28 — 17,74 Th., Differenz = 9,46; Mittelzahl = 10,89.

Es handelt sich keineswegs um Wasser, welches aus einem Salzgebiete stammt, die Saale berührt vor Jena nichts derartiges, auch nicht in den Zuflüssen derselben, und dennoch beträgt einmal die Chlormenge am 1. Februar 2,17 Th., wahrscheinlich bei kleinem Wasserstande; auch im September und October finden sich verhältnissmässig erhebliche Mengen, wenn man bedenkt, dass die Saale schon eine ansehnliche Wassermenge rasch wechselt. Das Wasser selbst wurde nicht direct am Lande geschöpft und vor der Stadt, wie oben erwähnt.

Der Gehalt der Quelle ergibt das hier normale Verhältniss; die Mittelzahl übersteigt beinahe die ausgesprochene Grenzzahl und liegt dies in dem fast überall beobachteten stärkeren Gehalt des Kalkgebirges an Chloriden.

Demnach dürfte die bei dem Flusswasser beobachtete Steigerung auf Verunreinigungen durch Zuflüsse zurückzuführen sein.

Bei dem Pumpbrunnen sind ausserordentliche Mengen Chlor vorhanden, in sehr starkem Wechsel begriffen. Hier ist es unleugbar, dass der Ursprung in den thierischen Abfällen zu suchen ist; der Boden ist mit Düngertheilen reichlich versehen und Salpetersäure wie organische Substanz, wie Chlor und Schwefelsäure geben vereint das anschaulichste, deutlichste Bild dieser Zuführen aus nächster Umgebung.

Die Bestimmung des Abdampfdruckstandes wird immer nur eine annähernde sein können, da bald mehr, bald weniger Wasser inniger oder lockerer gebunden vorhanden ist und somit leicht in Rechnung gelangen kann. Dennoch giebt diese so einfache Ermittlung oft ein rasch brauchbares Resultat bei solchen Differenzen, wie sie hier beobachtet wurden.

Die Quelle ergab 29,5—47,0 Th., Differenz = 17,5; Mittelzahl = 37,0.

Das Wasser der Saale erwies 8,0—31,2 Th., Differenz = 23,2; Mittelzahl = 18,8. Die Differenz ist fast 3 Mal so gross, als die kleinste gefundene Menge.

Bei dem Pumpbrunnen beträgt die Schwankung zwischen 160,0—241,0 Th., Differenz = 81,0; Mittelzahl = 189,1 Th.

Der Vergleich wird am Geeignetsten durch Nebeneinanderstellung der Zahlen für höchsten und niedrigsten Gehalt u. s. w. ermöglicht werden.

Für 100,000 Th. Wasser betragen die Ergebnisse:

## Abdampfdruckstand.

	Niedrigste Zahl.	Höchste Zahl.	Differenz.	Mittelzahl.	
Quelle . . . . .	29,5	47,0	17,5	37,0	Th.
Flusswasser . . . . .	8,0	31,2	23,2	18,8	„
Pumpbrunnen . . . . .	160,0	241,0	81,0	189,1	„

Grenzzahl = 10 — 50,0.

## Organische Substanz.

Quelle . . . . .	0,16	1,26	1,10	0,57	Th.
Flusswasser . . . . .	0,93	4,10	3,17	2,87	„
Pumpbrunnen . . . . .	1,78	6,30	4,52	3,18	„

Grenzzahl = 1,0.

## Salpetersäure.

Quelle . . . . .	0,11	0,54	0,43	0,25	Th.
Flusswasser . . . . .	0,11	0,65	0,54	0,21	„
Pumpbrunnen . . . . .	6,48	11,77	5,29	9,27	„

Grenzzahl = 0,4.

## Chlor.

Quelle . . . . .	0,52	1,15	0,63	0,77	Th.
Flusswasser . . . . .	0,57	2,17	1,60	1,25	„
Pumpbrunnen . . . . .	8,28	17,74	9,46	10,89	„

Grenzzahl = 0,2 — 0,8.

## Schwefelsäure.

Quelle . . . . .	1,03	2,72	1,69	1,86	Th.
Flusswasser . . . . .	0,69	6,35	5,66	4,09	„
Pumpbrunnen . . . . .	28,88	73,10	44,22	48,72	„

Grenzzahl = 0,2 — 6,3.

## Kohlensäure.

Quelle . . . . .	18,09	36,43	18,32	28,34	Th.
Flusswasser . . . . .	6,01	12,84	6,83	10,18	„
Pumpbrunnen . . . . .	18,76	96,88	78,12	45,42	„

## Härte.

	Niedrigste Zahl.	Höchste Zahl.	Differenz.	Mittelzahl.	
Quelle . . . . .	13,59	18,49	4,9	16,75	Th.
Flusswasser . . . . .	2,30	11,69	9,39	6,35	„
Pumpbrunnen . . . . .	45,20	60,42	15,22	50,90	„

Grenzzahl = 18.

Die vorliegenden Resultate dürften in mehreren Beziehungen brauchbar und lehrreich sein.

Zunächst beweisen sie auf das Vollständigste die Unbeständigkeit in der Mischung des fließenden Wassers, wie des äusseren Verunreinigungen zugänglichen, Wassers des Pumpbrunnens. Bei letzterem treten in stärksten Maasse die durch Abwurfsstoffe bewirkten Zuflüsse auf und führen bei beiden zur Verwerflichkeit des Materials als Trinkwasser.

Würden auch noch nicht eine so grosse Zahl von Beispielen bekannt sein, dass verunreinigtes Wasser gesundheitsschädliche Wirkungen hervorgerufen, so müsste doch schon allein die Ueberzeugung der so wechselnden Mischung zu der Forderung eines reinen, sich gleichbleibenden Wassers führen.

Brauchbar werden ferner auch für andere Verhältnisse die Resultate sein, indem sie ergeben, welche Schwankungen selbst bei reinem Quellwasser vorkommen und so Handhaben bieten, reines Quell- von Fluss- oder verunreinigtem Wasser zu unterscheiden, eine Frage, die für die Jetztzeit keine geringe Bedeutung besitzt.

Die höchsten Zahlen der organischen Substanz liegen bei dem Saalwasser im Juni, Juli, August; stehendes Wasser der Teiche zeigt diesen Umstand bei zu geringem Ab- und Zufluss noch deutlicher.

Wenn auf der einen Seite die Ursache oder Beförderung epidemischer Krankheiten darin gesucht wird, dass in dem Boden durch den Wechsel der Feuchtigkeit chemische Processe eintreten, deren Producte gesundheitsnachtheilig wirken sollen, so ist mit noch grösserem Rechte Nachtheil zu erwarten, wenn

demselben Boden Wasser zur Nahrung der Menschen entzogen wird. Alle Nachteile, welche aus dem Boden, durch die Producte der Umänderung organischer Substanzen der Gesundheit erwachsen sollen, sind, vielleicht noch in weit gesteigertem Maasse, von dem Wasser zu erwarten, welches denselben Verhältnissen ausgesetzt ist, wie dasjenige der stehenden Pumpbrunnen unlängbar, und somit scheint es eine unabweisbare Forderung der Zeit, reines Quellwasser allein als Nahrungsmittel zu verwenden.

#### V. Mikroskopische Prüfung des Wassers und Abdampfrückstandes.

Die jederzeit ausgeführten mikroskopischen Prüfungen schwebender Stoffe oder der Ablagerungen in den Wasserproben haben bis jetzt keine besonders bemerkenswerthen Resultate ergeben. Reines Trinkwasser war im frischen Zustande auch frei von Organismen und höchstens local getrübt von feinen, thonigen Theilen; jedoch wurde derselbe Grad von Reinheit auch bei Wasser gefunden, welches die chemische Prüfung dann als sehr verunreinigt erwies. Dagegen wurde fast durchgängig beobachtet, dass verunreinigtes Wasser viel früher verdarb und nunmehr reichlich Organismen enthielt; namentlich bei Wasser, welches reich mit salpetersauren Salzen versehen war, wurde eine um so raschere Entwicklung niedriger Organismen bemerkt.

Bei Wasserproben, welche unmittelbar während des Verlaufes von Epidemien entnommen waren und thatsächlich verwerflich in chemischer Beziehung sich zeigten, wurden jedoch meistens auch organisirte Formen, oft in sehr starker, auffälliger Menge gefunden, wie es ganz allgemein bei wirklich verdorbenem Wasser der Fall ist.

Die mikroskopische Untersuchung erwies dann gewöhnlich einzelne rundliche, meistens Chlorophyll haltende Zellen, ferner