

Sitzungsberichte

der

königl. bayerischen Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1862. Band I.

München.

Druck von J. G. Weiss, Universitätsbuchdrucker.

1862.

In Commission bei G. Franz.

480

D

Herr Pettenkofer hielt einen Vortrag über

„die Bewegung des Grundwassers in München
von März 1856 bis März 1862.“

(Mit einer Tafel.)

Der Boden auf welchem München steht, ist Kalk-Gerölle (Schotter) und Sand mit einer sehr dünnen Humusschichte bedeckt. Der Schotter und Sand reicht bis zu einer stellenweise wechselnden Tiefe von 20 bis 40 Fuss. Auf diese sehr poröse Schichte folgt ein wasserdichtes Mergellager von bedeutender Mächtigkeit, 200 bis 300 Fuss, und auf dieses ein ganz kalkfreier Sand von Wasser durchdrungen, welches einige artesische Brunnen in München speist. Das Mergellager ist fast allenthalben mit Wasser — Grundwasser — bedeckt, und ragt nur an einzelnen Stellen inselartig über das Grundwasser im Kiese empor. Die Brunnen und Quellen in und um München werden von diesem Grundwasser gespeist. Dasselbe hat von Alters her einen nach verschiedenen Jahren und Jahreszeiten veränderlichen Stand gezeigt, und nicht ferne von München (in Berg am Laim, Trudering etc.) beträgt die Schwankung zwischen verschiedenen Jahrgängen mehr als 20 Fuss. Schon im Jahre 1762 sah sich die bayerische Akademie der Wissenschaften veranlasst, über die periodische Ab- und Zunahme des „Higl“ oder „Hidl“ — so nennt der altbayerische Landmann das Grundwasser — eine Preisaufgabe zu stellen¹. Den Preis gewann 1764 Berg-rath Scheidt in Salzungen. Seine Arbeit ist leider verloren gegangen, sie findet sich weder in den Akten, noch in den Druckschriften der Akademie. Wie aus der Fragestellung hervorgeht, hatte die Untersuchung eine vorwaltend landwirthschaftliche Tendenz, und hoffte man dadurch über die Bildung mancher Moore Aufschluss zu erhalten.

(1) v. Martius Rede zur Feier des Säcularfestes der k. b. Akademie der Wissenschaften. 1859. Seite 5.

Im Volke herrscht der Glaube, dass der „Higl“ sieben Jahre steige, und sieben Jahre falle, was aber sicher nicht der Fall und durch keine exakten Beobachtungen erwiesen ist.

Meine Untersuchungen über die Verbreitungsart der Cholera haben mich veranlasst, das Steigen und Fallen des Grundwassers in München seit März 1856 durch regelmässige Messungen zu verfolgen, welche alle 14 Tage an verschiedenen Brunnen vorgenommen werden. Die Gründe, welche mich bestimmten, einen Zusammenhang der Cholera mit dem Stande des Grundwassers anzunehmen, habe ich in Pappenheims Monatschrift für Sanitätspolizei 1859, 1. Heft niedergelegt und verweise ich darauf. Hier erlaube ich mir nur auf die Bewegung des Grundwassers für sich einzugehen, ohne jede Rücksicht auf Medicin oder Ackerbau, obwohl ein Zusammenhang damit aus mehr als einem Grunde anzunehmen ist.

Zur Beobachtung wählte ich Anfangs 4 Brunnen in 4 verschiedenen Theilen der Stadt aus, 3 auf dem linken und 1 auf dem rechten Isarufer. Als ich aber nach mehrern Monaten die Ueberzeugung gewonnen hatte, dass zwischen den Brunnen des rechten und linken Isarufers constante Unterschiede in der Grösse der Schwankungen bestehen, nahm ich noch einen 5. Brunnen und zwar auf dem rechten Flussufer dazu, um die Bewegung des Grundwassers auch auf dieser Seite nicht nur an einer sondern an zwei Stellen beobachten und vergleichen zu können. — Der Brunnen I am Angerthore gehört dem südlichen, der II in der Karlsstrasse dem westlichen, der III in der Schellingstrasse dem nördlichen Theile der Stadt auf dem linken Flussufer an, und die beiden auf dem rechten Ufer IV dem süd-östlichen und V dem östlichen Theile derselben.

Bei allen solchen Brunnen-Beobachtungen ist es wichtig, eine Vorfrage ein für allemal zu erledigen, nämlich zu ermitteln, in wie weit ihr Stand durch Benützung, durch Pumpen oder Schöpfen von Wasser verändert wird, und wie lange es währt, bis der Zufluss des Brunnens das weggenommene Wasser wieder ergänzt hat und das Niveau sich nicht mehr ändert. Zu diesem

Zwecke lasse man ein paar Stunden lang mit einem gewöhnlichen Brunnenventile oder überhaupt auf die Art schöpfen, in der der Brunnen gewöhnlich benützt wird, und bestimme mehrmals die binnen 5 oder 10 Minuten ausgeschöpfte Wassermenge. Das Wasser wird in Rinnen vom Brunnen weg in die nächste Strassengasse abgeleitet. Während des Schöpfens wird von 15 zu 15 Minuten die Entfernung des Wasserspiegels gemessen. Zeigt sich ein Sinken, so wird nach Beendigung des Pumpens oder Schöpfens beobachtet, binnen welcher Zeit sich der Brunnenschacht wieder bis zur ursprünglichen Höhe füllt. Die Brunnen in und um München zeigen bei Anwendung einer gewöhnlichen Ventilpumpe meist gar keine Aenderung in ihrem Wasserstande, man kann Stunden lang pumpen, ohne dass der Wasserspiegel auch nur um eine Linie fällt. Wo das nicht der Fall ist, muss man durch Versuch und Beobachtung ermitteln, wie lange der Brunnen nicht benützt werden darf, um seinen dem Grundwasser zukommenden Stand zu zeigen. Als Beispiel von der Mächtigkeit des Grundwassers an manchen Stellen in München diene der Brunnen in der grossen Brauerei des Herrn Gabriel Sedlmayr. Dieselbe liegt an dem von der Isar entferntesten westlichen Ende der Stadt. Sie nahm vor einigen Jahren noch ihren ganzen Wasserbedarf aus einem gegrabenen Brunnen von 7 Fuss Durchmesser. Damals (1857) war der Wasserstand in demselben (vom Grunde bis zum Wasserspiegel) nicht viel über 2 Fuss. Die Brauerei besitzt einen unter dem Dache gelegenen Wasserbehälter von 2000 Eimern Inhalt. Eine Dampfmaschine bewegt das Pumpwerk und füllt dieses Reservoir erfahrungsgemäss binnen 6 Stunden; sie entzieht somit dem Brunnen in jeder Minute etwa $14\frac{1}{2}$ Kubikfuss Wasser. Sobald die Pumpe die Ansaugung einer so bedeutenden Wassermasse beginnt, sinkt der Spiegel des Brunnens um mehrere Zolle und verbleibt so während des Pumpens. Sobald die Pumpe nach 6 Stunden stille steht, stellt sich der Wasserspiegel in weniger als in 2 Minuten Zeit wieder auf den Stand, den er unmittelbar vor Anfang des Pumpens zeigte. Den Stand des Wassers im Brunnen

zu 2 Fuss angenommen, hat man im Zustande der Ruhe nahezu 77 Kubikfuss Wasser darin vorrätig. Bei der Arbeit nimmt man in jeder Minute etwa den fünften Theil dieser Wassermasse heraus, und da dieses 360 Minuten lang fortgesetzt wird, so ist klar, dass dem Brunnen binnen 6 Stunden 72mal, oder in einer Stunde 12mal sein anfänglicher Inhalt entzogen wird, ohne zuletzt eine Abnahme im Wasserstande beobachten zu können. Und dieser Brunnen liegt ferne von jedem Flusse oder Bache, auf einer dürrn Haide, dem Marsfelde, wo man nach 4 bis 5 Zoll Dammerde auf Geröll kommt, in dem man etwa 24 Fuss tief Grundwasser antrifft.

An den Brunnen, die beobachtet werden sollen, ist ein für allemal ein fester Punkt zu wählen, von dem aus jederzeit gemessen wird. Ich benütze dazu meistens die hölzerne Vierung oberhalb des gemauerten Brunnenschachtes. Eine starke Latte von bekannter Dicke wird darüber gelegt, welche als Fixpunkt dient. Diess hat den möglichen Uebelstand, dass von den Eigenthümern des Brunnens die hölzerne Vierung abgeändert, oder durch eine neue von andern Dimensionen ersetzt werden könnte, ohne dass man zuvor Kenntniss erhielte, so dass man die künftigen Messungen mit den vorausgehenden nicht mehr ganz genau in Einklang bringen würde. Es wird desshalb gut sein, in der Mauerung des Brunnens oder an andern fixen Gegenständen in der Nähe einen weiteren fixen Punkt etwa durch einen eisernen Stiften zu bezeichnen, und den Höhenunterschied zwischen ihm und der Brunnenvierung zu bemerken.

Die Messung nehme ich mit einer Anzahl von 5 Fuss langen Holzstäben vor, die aneinander geschraubt werden können. Um genau zu sehen, wie weit der unterste Stab ins Wasser eintauchte, befindet sich an ihm eine Vorrichtung, die sich ebenso hoch mit Wasser füllt, als dieses im Brunnen steht, und im gefüllten Zustande wieder aus dem Brunnen gehoben wird. Dazu dienen kleine Schüsselchen oder Näpfchen, in Abständen von $\frac{1}{8}$ Zoll paternosterartig an einem starken Drahte befestigt. Vom obersten gefüllten Schüsselchen an wird die Entfernung bis zum Fixpunkt des Brunnens gemessen.

Hier folgt die Tabelle über diese Brunnenmessungen in München. In der letzten Columnne steht die Angabe über die Menge der atmosphärischen Niederschläge in jedem Monate wie sie in dem ärztlichen Intelligenzblatte von der hiesigen Sternwarte mitgetheilt werden.

Zeit der Messung	Entfernung des Grundwassers von der Oberfläche. (Bayr. Fuss.)					Monatliche Regenmenge in Pariser Linien	
	I Anger- thor	II Karls- strasse	III Schel- lingstr.	IV Lüften	V Prater- strasse		
1856							
17. März	14,8	14,3	16,5	29,7		23,77	Januar
27. „	14,5	13,8	16,1	29,6		9,33	Februar
5. April	14,6	14,2	16,1	29,5		4,29	März
15. „	14,6	14,8	16,95	29,7		8,92	April
25. „	14,7	15,2	17,3	29,7		30,20	Mai
5. Mai	14,4	14,9	17,1	29,9		53,00	Juni
15. „	14,0	14,8	17,1	29,9		37,09	Juli
26. „	13,6	14,8	16,95	29,9		18,84	August
5. Juni	13,5	14,9	17,0	30,0		22,12	September
17. „	13,45	14,8	16,7	30,0		7,68	October
26. „	12,5	14,3	16,4	30,0		37,04	November
5. Juli	12,3	14,3	16,3	30,05		18,78	December
19. „	12,9	14,25	16,4	30,0		271,06	Summa
2. August	12,6	14,3	16,4	29,85		= 22,58	Pariser Zoll.
30. „	13,8	14,75	15,85	28,85			
13. Septemb.	14,1	14,85	17,0	29,85			
27. „	12,0	15,0	17,3	30,2			
11. October	13,9	15,2	17,5	30,3			
25. „	13,95	15,4	17,6	30,4			
8. Novemb.	14,4	15,45	17,7	30,5			
22. „ (*)	.	.	.	.			
6. Decemb.	.	.	.	.			
20. „	.	.	.	.			

(*) Anmerkung. Die Aufschreibung der Messungen vom 22. Nov. bis 3. Januar 1857 ist verloren gegangen.

Zeit der Messung	Entfernung des Grundwassers von der Oberfläche. (Bayr. Fuss.)					Monatliche Regenmenge in Pariser Linien	
	I Anger- thor	II Karls- strasse	III Schel- lingstr.	IV Lüften	V Prater- strasse		
1857							
3. Januar	.	.	.	.	.	10,06	Januar
17. „	14,55	15,3	17,45	30,8	.	2,30	Februar
31. „	14,5	15,25	17,6	30,85	.	23,14	März
16. Februar	13,8	15,4	17,75	30,85	25,9	23,14	April
28. „	14,5	15,45	17,8	30,85	25,85	40,10	Mai
14. März	15,15	15,45	17,8	30,75	25,8	36,16	Juni
28. „	14,35	15,15	17,55	30,75	25,8	22,50	Juli
11. April	14,1	15,1	17,45	30,7	25,8	56,10	August
25. „	14,0	15,15	17,4	30,7	25,8	35,17	September
9. Mai	14,1	15,1	17,4	30,7	25,75	8,09	October
23. „	13,4	15,05	17,3	30,7	25,75	18,74	November
6. Juni	11,95	13,65	16,35	30,45	25,3	7,83	December
20. „	11,8	13,95	16,15	30,4	25,55	283,33	Summa
4. Juli	12,0	14,15	16,35	30,55	25,55	= 23,61	Pariser Zoll.
18. „	12,85	14,4	16,65	30,5	25,7		
1. August	13,25	14,65	16,95	30,55	25,75		
14. „	13,9	15,3	17,0	30,5	25,65		
29. „	13,8	15,5	17,0	30,6	25,7		
14. Septemb.	13,65	15,5	17,2	30,5	25,65		
26. „	13,1	15,5	17,55	30,85	25,9		
10. October	13,3	15,3	17,4	30,85	25,7		
24. „	14,05	15,4	17,5	30,9	26,1		
7. Novemb.	13,7	15,55	17,7	30,9	26,1		
21. „	13,9	15,65	17,8	30,95	26,15		
5. Decemb.	15,35	15,75	17,95	31,0	26,25		
19. „	15,1	15,85	18,0	31,05	26,25		

Zeit der Messung	Entfernung des Grundwassers von der Oberfläche (Bayr. Fuss.)					Monatliche Regenmenge in Pariser Linien	
	I Anger- thor	II Karls- strasse	III Schel- lingstr.	IV Lüften	V Prater- strasse		
1858							
2. Januar	15,2	15,8	18,0	30,95	26,2	8,43	Januar
16. „	14,1	15,95	18,1	30,95	26,25	9,23	Februar
30. „	14,4	16,1	18,15	31,1	26,2	12,21	März
13. Februar	14,7	16,2	18,2	31,3	26,3	35,10	April
1. März	15,1	16,35	18,3	31,3	26,3	36,60	Mai
13. „	14,6	16,3	18,35	31,3	26,3	31,30	Juni
27. „	14,45	15,35	17,65	30,35	25,8	67,83	Juli
10. April	13,6	14,9	17,35	30,45	25,7	32,18	August
24. „	12,25	14,75	17,3	30,5	25,7	39,38	September
8. Mai	12,45	14,8	17,1	30,6	25,8	39,11	October
22. „	12,35	14,8	17,1	30,65	25,85	22,64	November
5. Juni	11,9	14,85	17,0	30,65	25,8	17,29	December
19. „	12,25	15,1	17,2	30,75	26,0	351,30	Summa
3. Juli	12,4	15,2	17,4	30,8	26,05	= 27,20	Pariser Zoll.
16. „	12,6	15,05	17,3	30,85	26,05		
31. „	12,45	14,85	17,05	30,95	26,0		
10. August	12,4	14,55	16,6	30,9	26,15		
28. „	12,35	14,75	16,8	30,7	26,15		
11. Septemb.	11,4	14,8	16,9	30,7	26,1		
25. „	12,9	14,95	17,0	30,8	26,1		
9. October	13,9	14,9	17,1	30,65	26,1		
26. „	13,9	14,95	17,05	30,75	25,95		
6. Novemb.	14,0	14,85	17,1	30,75	26,1		
20. „	13,95	14,2	16,75	30,45	25,7		
4. Decemb.	14,15	14,1	16,55	30,15	25,45		
18. „	14,7	14,5	16,6	30,15	25,65		

Zeit der Messung	Entfernung des Grundwassers von der Oberfläche. (Bayr. Fuss)					Monatliche Regenmenge in Pariser Linien	
	I Anger- thor	II Karls- strasse	III Schel- lingstr.	IV Lüften	V Prater- strasse		
1859							
3. Januar	14,75	14,25	16,6	30,25	25,65	8,53	Januar
15. „	15,3	14,35	16,7	30,4	25,6	10,56	Februar
29. „	14,9	14,4	16,8	30,35	25,65	27,75	März
12. Februar	14,75	14,4	16,85	30,4	25,85	44,26	April
26. „	14,0	14,55	17,0	30,45	25,70	33,11	Mai
12. März	14,6	14,15	16,8	30,45	25,7	47,45	Juni
20. „	14,2	14,2	16,75	30,4	25,6	32,73	Juli
9. April	14,1	14,2	16,7	30,4	25,7	51,65	August
23. „	13,8	14,0	16,55	30,5	25,65	57,71	September
7. Mai	12,1	13,4	15,9	30,2	25,4	22,02	October
23. „	11,7	12,9	15,35	29,9	25,35	31,15	November
4. Juni	11,45	13,05	15,6	30,0	25,45	14,79	December
18. „	11,55	13,2	15,75	30,05	25,4	381,71	Summa
2. Juli	11,7	13,55	15,95	30,15	25,45	= 31,76	Pariser Zoll.
16. „	12,5	13,9	16,3	30,2	25,6		
30. „	12,3	13,75	16,3	30,25	25,6		
13. August	12,3	13,8	16,4	30,45	25,7		
28. „	12,7	14,2	16,65	30,5	25,75		
10. Septemb.	12,6	14,15	16,7	30,5	25,8		
24. „	11,9	14,15	16,75	30,6	25,75		
9. October	13,95	14,4	16,75	30,6	25,75		
21. „	14,0	14,6	16,7	30,65	25,75		
5. Novemb.	13,15	14,3	16,8	30,6	25,75		
19. „	13,85	14,5	16,9	30,65	25,9		
3. Decemb.	14,7	14,2	16,9	30,6	25,65		
17. „	14,3	14,3	16,8	30,65	25,7		
30. „	14,6	14,25	16,85	30,6	25,75		

Zeit der Messung	Entfernung des Grundwassers von der Oberfläche. (Bayr. Fuss.)					Monatliche Regenmenge in Pariser Linien	
	I Anger- thor	II Karls- strasse	III Schel- lingstr.	IV Lüften	V Prater- strasse		
1860							
14. Januar	14,0	13,9	16,4	30,5	25,55	28,30	Januar
28. „	15,3	14,6	16,45	30,4	25,6	18,50	Februar
11. Februar	15,35	13,85	16,3	30,2	25,5	13,53	März
25. „	15,4	13,65	16,35	30,25	25,5	12,90	April
10. März	14,5	13,3	16,2	30,15	25,45	45,66	Mai
24. „	14,9	13,2	16,05	30,1	25,4	71,25	Juni
7. April	14,6	13,25	16,0	30,15	25,45	60,98	Juli
20. „	14,4	13,6	16,15	30,1	25,45	47,39	August
5. Mai	13,7	13,75	16,30	30,1	25,5	49,92	September
19. „	12,4	13,9	16,6	30,15	25,55	27,92	October
2. Juni	12,1	13,8	16,5	30,15	25,5	11,21	November
18. „	11,8	13,35	15,9	30,1	25,45	24,03	December
30. „	11,8	13,5	16,0	30,15	25,45	411,59	Summa
14. Juli	12,0	13,55	15,4	30,2	25,4	= 34,28	Pariser Zoll.
28. „	11,85	13,45	16,1	30,2	25,5		
11. August	11,7	13,25	16,1	30,15	25,25		
25. „	11,85	13,15	15,8	30,1	25,35		
7. Septemb.	12,05	13,3	15,8	29,9	25,35		
22. „	11,85	13,2	15,6	29,85	25,2		
6. October	11,55	13,0	15,5	29,7	25,2		
20. „	12,1	12,75	15,3	29,45	25,1		
3. Novemb.	13,4	13,0	15,5	29,5	25,1		
17. „	14,4	13,35	15,2	29,8	25,2		
1. Decemb.	14,75	13,55	16,05	29,5	25,15		
15. „	14,55	13,55	16,0	29,5	25,20		
29. „	14,8	13,7	16,2	29,6	25,2		

Zeit der Messung	Entfernung des Grundwassers von der Oberfläche. (Bayr. Fuss.)					Monatliche Regenmenge in Pariser Linien	
	I Anger- thor	II Karls- strasse	III Schel- lingstr.	IV Lüften	V Prater- strasse		
1861							
10. Januar	13,25	13,45	15,7	29,65	25,15	27,55	Januar
26. „	12,45	13,35	16,0	29,6	25,1	3,40	Februar
9. Februar	14,15	12,6	15,4	29,25	24,9	30,55	März
23. „	13,95	12,7	15,4	29,25	25,0	9,80	April
9. März	13,95	12,8	15,45	29,20	24,95	44,75	Mai
23. „	14,3	12,75	15,4	29,2	24,95	74,03	Juni
6. April	13,0	12,75	15,3	29,2	24,95	54,19	Juli
20. „	13,15	12,9	15,45	29,2	24,95	32,59	August
4. Mai	13,5	13,0	15,65	29,25	24,95	28,20	September
18. „	12,85	13,05	15,75	29,25	25,0	4,48	October
1. Juni	11,45	12,95	15,7	29,4	25,0	27,10	November
15. „	10,9	12,45	15,15	29,25	24,85	14,59	December
28. „	11,4	12,25	14,95	29,15	24,8	341,23	Summa
13. Juli	11,45	11,7	14,5	28,95	24,8	= 28,34	Pariser Zoll.
27. „	11,45	11,85	14,6	28,95	24,75		
12. August	11,75	12,1	14,7	29,0	24,85		
24. „	12,4	12,5	14,95	29,0	24,85		
7. Septemb.	12,75	13,5	15,45	29,2	24,95		
20. „	12,5	13,45	15,9	29,3	25,0		
5. October	12,8	13,65	16,15	29,45	25,1		
19. „	14,0	13,85	16,4	29,55	25,15		
2. Novemb.	14,7	13,95	16,65	29,65	25,2		
16. „	14,6	14,2	16,8	29,75	25,2		
30. „	14,8	14,25	16,9	29,75	25,25		
14. Decemb.	14,65	14,35	16,95	29,9	25,25		
28. „	14,9	14,5	17,0	30,05	25,3		

Zeit der Messung	Entfernung des Grundwassers von der Oberfläche. (Bayr. Fuss.)					Monatliche Regenmenge in Pariser Linien	
	I Anger- thor	II Karls- strasse	III Schel- lingstr.	IV Lüften	V Prater- strasse		
1862							
12. Januar	13,3	14,2	16,9	30,0	25,1	40,12	Januar
25. „	14,0	14,1	16,7	30,1	25,3	20,27	Februar
8. Februar	13,7	13,5	15,9	29,65	24,65	21,8	März
22. „	14,25	13,0	15,9	29,60	25,05		
8. März	15,5	13,15	16,0	29,55	25,15		

Um diese Zahlen zu einem übersichtlicheren Bilde zu gestalten, dient die beiliegende lithographirte Tafel, auf der jede einzelne Messung auf $\frac{1}{2}$ Zoll erkenntlich ist. Es sind nur 4 Brunnen (Nr. II bis V) in Betracht genommen, der Brunnen am Angerthore (Nr. I) ist ausser Betracht gelassen, weil sein Spiegel aus Gründen, die ich gleich angeben werde, keinen ganz richtigen Schluss auf den Stand des Grundwassers gestattet. Dieser Brunnen in der Nähe eines Stadtbaches liegt nämlich hart bei einem grossen gegrabenen Brunnen, welcher zum städtischen Brunnhaus am Glockenbach gehört. Der Bach, dessen Spiegel beträchtlich höher als das Grundwasser liegt, liefert die Wasserkraft, um aus einigen Brunnen Trinkwasser (Grundwasser) auf einen Wasserthurm zu heben und einen Theil der städtischen Trinkwasserleitung damit zu versorgen. Im Ganzen und Groben geht der Brunnen am Angerthore allerdings auch mit den übrigen 4 beobachteten Brunnen, genauer aber verglichen zeigt er zeitweise Unregelmässigkeiten, welche bei den übrigen 4 nicht hervortreten. Sein Stand hängt theilweise davon ab, ob das Pumpwerk des Brunnhauses viel oder wenig Grundwasser an dieser Stelle wegnimmt. Eine Zeit lang konnte ich mir gar nicht denken, welche unberechenbare Zu-

fälligkeit hier mitwirke, aber die Zeit der alljährlich wiederkehrenden Bachabkehr klärte mich bald vollständig über diesen Zufall auf. Zur Zeit der Bachabkehr steht das nahe Brunnwerk still, weil die Wasserkraft zu seiner Bewegung fehlt. Da zeigte sich stets die merkwürdige Erscheinung, dass das Wasser im Brunnen Nr. I jederzeit stieg, wenn der Bach abgekehrt, d. i. wasserleer war. Man denkt sich den Stand des Wassers in den Brunnen sehr gerne in unzertrennlichem Zusammenhange und abhängig von der nächsten auf der Oberfläche sichtbaren Wassermasse. Obwohl ich stets der Ansicht war, dass unsere Stadtbäche ihr Bett, obwohl im Geröll angelegt, bald so verschlammen und verdichten, dass sie auf ihrem Laufe wenig Wasser verlieren und nahezu mit gleicher Mächtigkeit sich aus der Stadt entfernen, mit der sie eingetreten sind, so erschien es mir Anfangs doch sehr paradox, warum der Brunnen am Angerthore steigen sollte, so lange der nächst gelegene Bach kein Wasser hat. Das erstemal als ich diess beobachtete, dachte ich mir, es sei vielleicht ein Fehler bei der Messung gemacht worden, aber diess Steigen kehrte alle Jahre regelmässig zur Zeit der Bachabkehr wieder, wodurch der Einfluss des nächsten Brunnwerks eine unzweifelhafte Thatsache wurde. Trotzdem setze ich die Beobachtungen an dieser Stelle fort, gerade um mit der Zeit ermessen zu können, wie sich der Einfluss eines solchen Umstandes nach Jahren zeigen wird, wo das Brunnhaus am Glockenbach nicht mehr besteht, was vielleicht schon in einigen Jahren der Fall sein wird.

Vergleicht man auf der lithographirten Tafel den Gang der übrigen 4 Brunnen, so fällt ohne Weiteres die Uebereinstimmung in der Bewegung, sowohl beim Steigen wie beim Fallen in die Augen. Die Schwankungen der 2 Brunnen auf dem linken Isarufer unterscheiden sich von den beiden am rechten Ufer nur durch einen grösseren absoluten Werth, relativ zeigen sie den gleichen Rhythmus.

Man beobachtet übereinstimmende Schwankungen nicht nur nach Jahreszeiten, sondern auch nach Jahrgängen. Man sieht,

wie sich durchgehends vom März 1856 bis zum Winter 18⁵⁷/₅₈ der Stand allmählich erniedert, und im Ganzen von da an wieder erhöht. Aus Thatsachen, die ich im Cholera-Hauptberichte S. 344 mitgetheilt habe, geht unzweifelhaft hervor, dass im Sommer 1853 der Stand des Grundwassers in München auf dem linken Isarufer mindestens 5 Fuss höher gewesen sein muss, als im März 1856. In welchen Schwankungen das Wasser in diesem Zeitraume niederging, ist leider nicht genau zu ermitteln. Zwei einzige Thatsachen habe ich aufgefunden, welche von der zurückgehenden Bewegung seit März 1854 ein Bild, wenn auch nur ein sehr ungefähres, geben. Die eine bezieht sich auf das linke, die andere auf das rechte Isarufer. Auf dem linken Isarufer wurde die Wasserhöhe des schon Eingangs erwähnten Brunnens in der Dampfbrauerei des Herrn Gabriel Sedlmayr auf dem Marsfelde vom Januar 1853 bis zum October 1856 beobachtet und zeitweise aufgeschrieben, weil man je nach dem Wasserstande das Einsaugrohr höher oder tiefer stellte². Vom Grunde des Brunnens durch eine aufgestellte Stange aufwärts gemessen stand das Wasser wie folgt:

	1853		1854		1855		1856	
	Fuss	Zoll	Fuss	Zoll	Fuss	Zoll	Fuss	Zoll
Januar	4	—	.	.	4	6	4	—
Februar	4	6	7	—	.	.	4	10
März	4	6	6	—	6	6	5	2
April	7	—	.	.	.	.	4	3
Mai	9	—	.	.	.	.	4	—
Juni	9	—	.	.	.	.	.	.
Juli	9	—	.	.	.	.	5	6
August	9	—	.	.	.	.	.	.
September	6	—	4	—	6	6	.	.
October	.	.	.	.	.	.	3	—
November	.	.	3	8	5	—	.	.
December	6	6	.	.	4	6	.	.

(2) Cholera-Hauptbericht S. 365.

Man sieht, dass das Wasser von April 1853 bis März 1854 auf einer ungewöhnlichen Höhe stand, von der es bis zum November 1854 sehr beträchtlich herabsank.

Eine andere Thatsache bezieht sich auf das rechte Isarufer. Dort befindet sich in der Au am Lilienberge ein königliches Brunnhaus, welches von einem Ausflusse des Grundwassers, von einer Quelle gespeist wird. Das Quellwasser wurde zugleich zur Bewegung eines oberflächigen Wasserrades zur Hebung eines Theils des Wassers auf einen Thurm benützt. Hr. Hofbrunnmeister Nägele hat vom 6. März 1854 anfangend zeitweise Aufzeichnungen gemacht, welche die Anzahl von Rad-Umgängen in 1 Minute angeben.

Am 6. März 1854 machte das Rad in 1 Minute 8 Umgänge, man liess damals nur das halbe Wasser der Quelle auf das Rad.

Am 6. Nov. 1854 machte das Rad in 1 Minute 6 Umgänge, aber damals musste bereits die ganze Quelle auf das Rad gelassen werden, um 6 Umgänge zu erzielen.

Am 22. Februar 1856 machte das Rad in 1 Minute $5\frac{1}{2}$ Umgänge

„ 2. Mai 1856 „ „ „ „ 1 „ $4\frac{1}{2}$ „

Die Kolbenstange der Pumpe war mit der Axe des Rades in einer Weise verbunden, dass man einen höhern und einen kürzern Hub machen konnte. Da sich im Sommer 1856 die Wassermenge abermals beträchtlich verminderte, so wurde am 30. Dec. 1856 der kürzere Hub eingeführt und fortan beibehalten;

Am 30. Decemb. 1856 machte das Rad in 1 Minute 4 Umgänge

„ 12. Januar 1857 „ „ „ „ $3\frac{1}{2}$ „

„ 11. April 1857 „ „ „ „ $3\frac{1}{4}$ „

„ 30. October 1857 „ „ „ „ 2 „

„ 10. Februar 1858 „ „ „ „ 2 „

„ 12. März 1858 „ „ „ „ 2 „

„ 30. März 1858 wurde das Pumpen ganz eingestellt.

Aus diesen beiden Thatsachen geht hervor, dass dem Jahre 1854 ein ungewöhnlich hoher Stand des Grundwassers sowohl auf dem rechten wie auf dem linken Isarufer vorherging, und

dass das verhältnissmässig grösste Sinken bis November 1854 (auf das Cholerajahr in München) trifft.

Die Jahreszeiten anlangend fällt fast in jedem Jahre das Maximum des Standes auf die Monate Mai bis Juli, und das Minimum zu Ende des Jahres und zu Anfang des folgenden. Doch ist diese Regel nicht ohne Ausnahmen. Im Jahre 1856 stand das Grundwasser im März höher als im Sommer, und im Jahre 1858 hatte es im Spätherbste seinen höchsten Stand. Bald sind die Schwankungen in den Jahreszeiten der einzelnen Jahre grösser, bald kleiner. Am beträchtlichsten zeigen sie sich 18^{57/58} und 6^{1/62}.

Von den 4 Brunnen kann jeder als Bild für die Bewegungen der andern gelten, wenigstens erleidet die Gleichzeitigkeit im Sinken und Steigen im Ganzen nur sehr unbedeutende Verschiebungen. Zwischen den Brunnen II und III am linken Isar-ufer ist sogar in dieser Verschiebung, in dieser Verzerrung des Bildes eine gewisse Regelmässigkeit wahrzunehmen. Bei genauerer Betrachtung ergibt sich, dass der Brunnen in der Karlsstrasse in allen seinen Bewegungen mit ziemlicher Regelmässigkeit dem Brunnen in der Schellingstrasse um ein paar Wochen voraneilt³.

Durch diese Beobachtungen, welche sich über einen Zeitraum von sechs Jahren erstrecken, halte ich die Frage für erledigt, ob man aus der Beobachtung einzelner Brunnen einen Schluss auf den Stand der übrigen, und damit auf das Grundwasser eines Ortes überhaupt machen kann. Wäre der Stand der einzelnen Brunnen in und um München von unberechenbaren, in stetem, unzusammenhängendem Wechsel begriffenen Zufällen und Einflüssen abhängig, so hätten während 6 Jahren bei 14tägigen Messungen doch sicherlich alle möglichen Widersprüche hervortreten müssen. Anstatt dessen aber gibt sich in der Bewegung des Grundwassers an diesen 4 weit voneinander

(3) Ebenso eilte 1854 die Cholera-Epidemie in der Karlsstrasse der in der Schellingstrasse um 14 Tage vor.

entfernten Punkten ein so unverkennbarer Zusammenhang und eine solche Regelmässigkeit kund, wie ich sie nie erwartet hatte. Ich habe in 6 Jahren nie wahrnehmen können, dass das Grundwasser in einzelnen Adern bald hier, bald dort fiesse, an einem Orte sich wesentlich vermehre, während es entsprechend an einem andern sich vermindere, oder dass es — obschon rein filtrirtes Wasser — sich die selbstgebahnten unterirdischen Wege nach kurzer Zeit auch wieder selbst verstopfe u. s. w., wie seiner Zeit Jemand gefürchtet hat.

Wer deshalb vom Grundwasser eines Ortes Etwas wissen will, kann getrost eine Anzahl von Brunnen beobachten, ohne fürchten zu müssen, dass der Zufall ihn ein Steigen des Grundwassers annehmen liesse, wenn es in Wirklichkeit fällt.

Ich halte ferner auch diese Frage für entschieden, ob es denn nöthig ist, Grundwasser-Beobachtungen zu machen, ob man den Stand desselben in einem Orte nicht auf andere Weise, mit schon bekannten Mitteln feststellen kann, etwa aus dem Stand eines Flusses, oder aus der Menge der atmosphärischen Niederschläge? Der Stand der Isar kann in München aus dem einfachen Grunde keinen direkten Einfluss äussern, weil das Niveau des Grundwassers auf beiden Ufern steigt in dem Maasse, als man sich vom Flusse entfernt. Die Spiegel der Brunnen II bis V liegen mehr als 20 Fuss über dem mittlern Stand der Isar. Nur jene Brunnen, welche in gleichem Niveau mit der Isar liegen, könnten von den Schwankungen des Flusses beeinträchtigt werden. Unser Grundwasser wird nicht von der Isar gespeist, sondern umgekehrt, es fliesst Grundwasser im Gerölle unsichtbar allenthalben in die Isar. Der Stand der Isar kann also nur insoferne von Einfluss auf das Grundwasser sein, als er den Abfluss desselben mehr oder minder durch grössere und geringere Stauung hindert. Ueber den Punkt hinaus, wo die Brunnenspiegel mit dem Flusspiegel gleichstehen, ist kein Einfluss des letztern auf die ersteren mehr denkbar, und dieser Punkt liegt schon sehr nahe am Ufer des Flusses.

Das Grundwasser von München zeigt stellenweise ein sehr

bedeutendes Gefälle, ist mithin durchaus nicht als Horizontalwasser zu betrachten. Der Brunnen Nr. II in der Karlsstrasse hat seinen Wasserspiegel durchschnittlich etwa 14 Fuss unter dem Strassenniveau. Bis zum Brunnen Nr. III in der Schellingstrasse sinkt das Strassenniveau um 11 Fuss. Nach gewöhnlicher Vorstellung möchte man annehmen, dass der Wasserspiegel von Nr. III nur 3 Fuss unter dem Strassenniveau liegen sollte; er liegt aber thatsächlich 16 Fuss darunter. Es ist überhaupt bemerkenswerth, dass man sich in München nicht vom Wasser entfernen kann, wenn man sich auch von der Isar weg nach den höher gelegenen Stadttheilen entfernt, das Wasser heftet sich wie ein *hic et ubique* an die Sohlen. Wenn man vom Brunnen Nr. II in der Karlsstrasse eine Linie nach der Ludwigs-Brücke zieht, so steht diese Linie ziemlich senkrecht gegen den Lauf des Flusses. Wer auf der Ludwigs-Brücke steht, hat das Wasser mindestens 25 Fuss unter sich, aber wer in der Karlsstrasse eine halbe Stunde von der Isar entfernt steht, hat das Wasser schon in einer Tiefe von 14 Fuss unter seinen Füßen im Boden. Dass also unter solchen Niveauverhältnissen die Pegelbeobachtungen am Flusse nicht maassgebend sein können, ist selbstverständlich. Uebrigens habe ich zum Ueberfluss Vergleiche angestellt, die sich über einen grössern Zeitraum ausdehnen, — das Resultat war aber ein völlig negatives.

An andern Orten trifft man den eigenthümlichen Umstand, dass das Grundwasser viel tiefer als der Fluss liegt, obschon dessen Bett und Ufer nur aus lockerem Material —, Geröll und Sand —, bestehen. Im Würmthale in Planegg, Gräfelfing und Pasing trifft man die Brunnenspiegel selbst in der unmittelbarsten Nähe des Flusses 25, 30 und 40 Fuss unter dem Spiegel der Würm ⁴.

Es bleibt nur noch die Frage zu beantworten, ob nicht die Beobachtung der Menge der atmosphärischen Niederschläge einen

(4) Cholera-Hauptbericht S. 345.

Maasstab für den zeitlichen Stand des Grundwassers in einem Orte abgeben könnte. Eine solche Annahme hat von vorneherein viel Wahrscheinlichkeit für sich, denn Niemand kann bestreiten, dass alles süsse Wasser auf der Erde zuletzt doch nur aus der Atmosphäre herkommen könne. Eine Vergleichung der beobachteten Grundwasser-Stände mit der Menge der Niederschläge belehrte aber sehr bald, dass es nicht überflüssig ist, das Grundwasser eigens zu beobachten, indem sich dessen zeitweiliger Stand nie auch nur annähernd erschliessen lassen würde. Das geht nicht nur aus meinen Beobachtungen über das Grundwasser in München, sondern auch aus den Beobachtungen hervor, welche Herr Medicinalrath Dr. Escherich in Ansbach veranlasst, und über welche Herr Dr. Majer in Nr. 20 des Aertlichen Intelligenzblattes 1861 mit Rücksicht auf die atmosphärischen Niederschläge berichtet hat.

Dass der Stand der Brunnen nicht mit dem Ombrometer gemessen werden kann, hat schon viel früher ein Engländer dargethan. William Bland veröffentlichte im Philosophical Magazine Vol. XI 1832 monatliche Messungen mehrerer Brunnen in der Grafschaft Kent vom Jahre 1819 bis 1831. Er sagt, er habe seine Beobachtungen aus blosser Neugierde angestellt. Da jedoch auch Tafeln über die Witterung, über die Menge der Niederschläge und die Grösse der Verdunstung während dieser Zeit beigegeben sind, so kann mit Sicherheit angenommen werden, dass dieser Gentleman einen direkten Zusammenhang zwischen diesen Erscheinungen und dem Stande des Wassers zu erweisen hoffte, der sich aber nicht erweisen liess, in New Place so wenig, als in München und Ansbach.

Die Bewegungen der atmosphärischen Niederschläge in München sind mit denen des Grundwassers auf der lithographirten Tafel anschaulich gemacht. Die jährliche mittlere Menge der Niederschläge findet sich dort mit dem mittlern jährlichen Stande des Grundwassers (Brunen Nr. II) verglichen. Man sieht auf den ersten Blick, dass man nicht das Eine aus dem Andern ableiten kann. Die jährliche Regenmenge steigt von 1856 bis

1860 und fällt 1861 nahezu wieder auf den Stand des Jahres 1858 zurück. Das Grundwasser aber fällt bis zum Jahre 1857, bleibt 1858 nahezu auf gleicher Höhe, steigt aber dann beträchtlich bis 1861, wo es bedeutend höher steht, als 1860, während sich die Mengen der Niederschläge von 1860 und 1861 gerade umgekehrt verhalten.

Woher es komme, dass das Grundwasser eines Ortes sich so ungleich mit den örtlichen Niederschlägen zeigen könne, mag vorläufig unerörtert bleiben. Man kann verschiedene Hypothesen als Ausgangspunkt für Untersuchungen hierüber wählen, aber ich glaube, es sind in dieser Erkenntniss zunächst keine grossen Fortschritte zu machen, ehe man nicht für mehrere Orte, aus verschiedenen Gegenden 14tägige Beobachtungen während einer längeren Reihe von Jahren gesammelt hat. Ich dünke, es sollte von jedem grösseren Orte zu wissen interessant sein, wie hoch die Menschen zu Zeiten über dem Wasser stehen, welches sich unter ihren Füßen und unter ihren Wohnungen befindet. Dieses Interesse liegt uns sicherlich ebenso nahe, als zu wissen, wie hoch man über dem adriatischen Meere und der Nordsee, oder wie tief man unter der Spitze des Chimborasso oder des Mont-blanc sei.

Herr Nägeli sprach über seine

„Beobachtungen über das Verhalten des polarisirten Lichtes gegen pflanzliche Organisation.“

1. Die Anwendung des Polarisationsapparates auf die Untersuchung der vegetabilischen Elementartheile.

Abgesehen von vereinzelten frühern Beobachtungen wurde das Polarisationsmicroscop zuerst von Karl von Erlach

1862.

December
January
February
March

