

♀







DIE  
WASSERVERSORGUNG  
DER STADT  
LEIPZIG.

VORPROJECT

IM AUFTRAGE DES RATHES UND DER STADTVERORDNETEN

BEARBEITET VON

A. THIEM.

MIT 16 PLÄNEN UND 3 BEILAGEN.



LEIPZIG,  
G. KNAPP, VERLAGSBUCHHANDLUNG.  
E. NOWAK.

1879.

93,3264.

220. 11.

Sächsische  
Landesbibliothek  
Dresden

## Einem wohlloblichen Magistrat zu Leipzig.

Sehr geehrte Herren!

Im Nachstehenden gebe ich mir die Ehre, Ihnen die Resultate meiner Untersuchungen und Beobachtungen zum Zwecke der Erweiterung der Wasserversorgung Leipzigs mit den daran sich knüpfenden Schlüssen und Folgerungen ganz ergebenst vorzulegen.

Die Arbeit besteht aus diesem Berichte mit drei Beilagen, und zwar: Schichtenfolgen, Härtebestimmungen und Wasserstandsverzeichniss, und ferner 15 Blatt Plänen und Zeichnungen.

Die mir gestellte Aufgabe war vorwiegend spekulativer Natur; es handelte sich nicht darum, sichtbar vorhandenes Wasser zu fassen, zu magaziniren und zu vertheilen, sondern darum: bis dahin unbekannte Wasserläufe und Ströme aufzufinden, ihr Vorhandensein nachzuweisen und in grossen allgemeinen Zügen, ohne in constructive Einzelheiten einzutreten, die Methode ihrer Gewinnung zu skizziren. —

In erster Linie stand allerdings die Untersuchung der Möglichkeit, dem vorhandenen Werke, entsprechend seiner maschinellen Leistungsfähigkeit, ein grösseres Quantum brauchbaren Quellwassers zuzuführen. — Als jedoch der Gang der Untersuchung diese Frage nahezu verneinte, verloren die Erhebungsarbeiten den Charakter des Lokalen und dehnten sich über eine Fläche von über 300 Quadratkilometer aus. Auf dieser wurden etwa 140 Flusswasserspiegel und gegen 300 Brunnenwasserspiegel nivellirt, Proben entnommen und dem Erforderniss des Zweckes entsprechend laufend beobachtet. — Im Weitern wurden 44 Bohrlöcher in einer Gesamttiefe von über 1000 Meter niedergebracht. — Hiezu traten noch Excursionen und Beobachtungen an die, wie der spätere Verlauf lehrte, sich keine zweckdienlichen Betrachtungen und Consequenzen knüpfen liessen, und deren im Nachstehenden keine weitere Erwähnung geschieht. —

Die hydrographischen Untergrundverhältnisse der Umgebung Leipzigs sind mir vollständig klar geworden, und wenn die nachstehende Arbeit meinen geehrten Auftraggebern dieselben festen Ueberzeugungen verschafft, wie ich sie besitze, so soll mir dies ein Beweis für die Klarheit der Darstellung sein. —

Ich nehme keinen Anstand, zuzugestehen, dass sich die Lösung der Aufgabe nicht ganz in dem Rahmen vollzogen hat, in den ich sie anfänglich zu fassen gedachte; allein der Hauptzweck der Arbeit: die Frage überhaupt befriedigend zu lösen, ist erreicht.

Wenn ich in meinen Darlegungen so Manches, was ich schon gelegentlich der Projektirung für die Städte Strassburg und München ausgesprochen habe, wiederhole, so möge dies darin seine Entschuldigung finden, dass ich die allgemeine Kenntniss dieser wenn auch im Buchhandel erschienenen Berichte nicht voraussetzen darf. —

Selbstredend musste ich zur Bildung einer festen Norm über die Grösse der zukünftigen Erweiterung den Bevölkerungsgang und die Vertheilung der Bevölkerung, sowie die bestehenden Werke in ihrer Leistungsfähigkeit in den Kreis meiner Betrachtungen ziehen.

Im unmittelbaren Anschluss an das Gutachten von Herrn Professor Dr. Franz Hofmann ist der nachstehende Bericht geschrieben und habe ich darin Wiederholungen nur da mir gestattet, wo dieselben durchaus nöthig waren.

Für die freundlichen Unterstützungen, die mir von Seiten der Herren Professoren Dr. F. Hofmann und Dr. Credner zu Theil geworden, spreche ich an dieser Stelle meinen Dank aus.

Es sind gegenwärtig noch Untersuchungen über die mögliche direkte Messung der Geschwindigkeit der in Aussicht genommenen Grundwasserströme im Gange; sollten deren Resultate nicht mehr aufgenommen werden können, so verliert allerdings der Bericht eine Vervollkommnung, deren er fähig, nicht aber unter allen Umständen und durchaus bedürftig ist.

München, Mai 1878.

Mit grösster Hochachtung

*A. Thiem.*



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 1
2. Die Bedeutung der ... 10
3. Die ... 20
4. Die ... 30
5. Die ... 40
6. Die ... 50
7. Die ... 60
8. Die ... 70
9. Die ... 80
10. Die ... 90
11. Die ... 100
12. Die ... 110
13. Die ... 120
14. Die ... 130
15. Die ... 140
16. Die ... 150
17. Die ... 160
18. Die ... 170
19. Die ... 180
20. Die ... 190
21. Die ... 200
22. Die ... 210
23. Die ... 220
24. Die ... 230
25. Die ... 240
26. Die ... 250
27. Die ... 260
28. Die ... 270
29. Die ... 280
30. Die ... 290
31. Die ... 300
32. Die ... 310
33. Die ... 320
34. Die ... 330
35. Die ... 340
36. Die ... 350
37. Die ... 360
38. Die ... 370
39. Die ... 380
40. Die ... 390
41. Die ... 400
42. Die ... 410
43. Die ... 420
44. Die ... 430
45. Die ... 440
46. Die ... 450
47. Die ... 460
48. Die ... 470
49. Die ... 480
50. Die ... 490
51. Die ... 500
52. Die ... 510
53. Die ... 520
54. Die ... 530
55. Die ... 540
56. Die ... 550
57. Die ... 560
58. Die ... 570
59. Die ... 580
60. Die ... 590
61. Die ... 600
62. Die ... 610
63. Die ... 620
64. Die ... 630
65. Die ... 640
66. Die ... 650
67. Die ... 660
68. Die ... 670
69. Die ... 680
70. Die ... 690
71. Die ... 700
72. Die ... 710
73. Die ... 720
74. Die ... 730
75. Die ... 740
76. Die ... 750
77. Die ... 760
78. Die ... 770
79. Die ... 780
80. Die ... 790
81. Die ... 800
82. Die ... 810
83. Die ... 820
84. Die ... 830
85. Die ... 840
86. Die ... 850
87. Die ... 860
88. Die ... 870
89. Die ... 880
90. Die ... 890
91. Die ... 900
92. Die ... 910
93. Die ... 920
94. Die ... 930
95. Die ... 940
96. Die ... 950
97. Die ... 960
98. Die ... 970
99. Die ... 980
100. Die ... 990
101. Die ... 1000

Verzeichnis der Abkürzungen

1. Die ... 1
2. Die ... 2
3. Die ... 3
4. Die ... 4
5. Die ... 5
6. Die ... 6
7. Die ... 7
8. Die ... 8
9. Die ... 9
10. Die ... 10
11. Die ... 11
12. Die ... 12
13. Die ... 13
14. Die ... 14
15. Die ... 15
16. Die ... 16
17. Die ... 17
18. Die ... 18
19. Die ... 19
20. Die ... 20
21. Die ... 21
22. Die ... 22
23. Die ... 23
24. Die ... 24
25. Die ... 25
26. Die ... 26
27. Die ... 27
28. Die ... 28
29. Die ... 29
30. Die ... 30
31. Die ... 31
32. Die ... 32
33. Die ... 33
34. Die ... 34
35. Die ... 35
36. Die ... 36
37. Die ... 37
38. Die ... 38
39. Die ... 39
40. Die ... 40
41. Die ... 41
42. Die ... 42
43. Die ... 43
44. Die ... 44
45. Die ... 45
46. Die ... 46
47. Die ... 47
48. Die ... 48
49. Die ... 49
50. Die ... 50
51. Die ... 51
52. Die ... 52
53. Die ... 53
54. Die ... 54
55. Die ... 55
56. Die ... 56
57. Die ... 57
58. Die ... 58
59. Die ... 59
60. Die ... 60
61. Die ... 61
62. Die ... 62
63. Die ... 63
64. Die ... 64
65. Die ... 65
66. Die ... 66
67. Die ... 67
68. Die ... 68
69. Die ... 69
70. Die ... 70
71. Die ... 71
72. Die ... 72
73. Die ... 73
74. Die ... 74
75. Die ... 75
76. Die ... 76
77. Die ... 77
78. Die ... 78
79. Die ... 79
80. Die ... 80
81. Die ... 81
82. Die ... 82
83. Die ... 83
84. Die ... 84
85. Die ... 85
86. Die ... 86
87. Die ... 87
88. Die ... 88
89. Die ... 89
90. Die ... 90
91. Die ... 91
92. Die ... 92
93. Die ... 93
94. Die ... 94
95. Die ... 95
96. Die ... 96
97. Die ... 97
98. Die ... 98
99. Die ... 99
100. Die ... 100

Verzeichnis der Autoren

1. Die ... 1
2. Die ... 2
3. Die ... 3
4. Die ... 4
5. Die ... 5
6. Die ... 6
7. Die ... 7
8. Die ... 8
9. Die ... 9
10. Die ... 10
11. Die ... 11
12. Die ... 12
13. Die ... 13
14. Die ... 14
15. Die ... 15
16. Die ... 16
17. Die ... 17
18. Die ... 18
19. Die ... 19
20. Die ... 20
21. Die ... 21
22. Die ... 22
23. Die ... 23
24. Die ... 24
25. Die ... 25
26. Die ... 26
27. Die ... 27
28. Die ... 28
29. Die ... 29
30. Die ... 30
31. Die ... 31
32. Die ... 32
33. Die ... 33
34. Die ... 34
35. Die ... 35
36. Die ... 36
37. Die ... 37
38. Die ... 38
39. Die ... 39
40. Die ... 40
41. Die ... 41
42. Die ... 42
43. Die ... 43
44. Die ... 44
45. Die ... 45
46. Die ... 46
47. Die ... 47
48. Die ... 48
49. Die ... 49
50. Die ... 50
51. Die ... 51
52. Die ... 52
53. Die ... 53
54. Die ... 54
55. Die ... 55
56. Die ... 56
57. Die ... 57
58. Die ... 58
59. Die ... 59
60. Die ... 60
61. Die ... 61
62. Die ... 62
63. Die ... 63
64. Die ... 64
65. Die ... 65
66. Die ... 66
67. Die ... 67
68. Die ... 68
69. Die ... 69
70. Die ... 70
71. Die ... 71
72. Die ... 72
73. Die ... 73
74. Die ... 74
75. Die ... 75
76. Die ... 76
77. Die ... 77
78. Die ... 78
79. Die ... 79
80. Die ... 80
81. Die ... 81
82. Die ... 82
83. Die ... 83
84. Die ... 84
85. Die ... 85
86. Die ... 86
87. Die ... 87
88. Die ... 88
89. Die ... 89
90. Die ... 90
91. Die ... 91
92. Die ... 92
93. Die ... 93
94. Die ... 94
95. Die ... 95
96. Die ... 96
97. Die ... 97
98. Die ... 98
99. Die ... 99
100. Die ... 100

## I. Die Stadtbevölkerung und ihre Statistik.

Herr Director Hasse war so freundlich, die Zählungsergebnisse der Seelenzahl für Leipzig und Vorstadtdörfer mitzutheilen, und sind auf Grund dieser Unterlagen die wahrscheinlichsten Consequenzen für die nächste Zukunft gezogen. Die Zählungen für Leipzig reichen bis zum Jahre 1792 zurück und umfassen also in ihrer Vollständigkeit bis zur letzten Zählung einen Zeitraum von 83 Jahren. Die für Leipzig noch über 1840 zurückreichenden Angaben sind unbenutzt geblieben. Sie fallen in eine Periode der wirthschaftlichen und politischen Verhältnisse, die so sehr verschieden von der der Gegenwart ist, dass die in ihr festgestellten Zahlen wohl kaum als Maassstab für die nächste Zukunft zulässig sind.

Wenn die Vorstadtdörfer mit in den Bereich der Rechnungen gezogen sind, trotzdem es sich doch in erster Linie nur um Wasserversorgung Leipzigs handelt, so geschah es in Anbetracht der Nützlichkeit, dass bei hinreichender Wasserbezugsmenge die Versorgung dieser Vorstädte erfolgen kann, auch ohne dass dieselben in den städtischen Verband aufgenommen sind. Ebenso wie die Wasserabgabe an jeden Privatmann oder an grosse industrielle Anlagen gegen Bezahlung erfolgt, ebenso kann eine Gemeindeverwaltung einer andern gegenüber als Käufer des Wassers auftreten, und da die Anlagekosten durchaus nicht proportional der Leistungsfähigkeit des Werkes wachsen, so kann eine solche Vereinbarung sowohl für Käufer als Verkäufer ihre finanziellen Vortheile haben.

Auf Grund der Zählungsergebnisse ist nun der wahrscheinlichste Procentsatz, nach dem für die Zukunft die Bevölkerungszunahme stattfinden wird, ermittelt worden und zwar nach den Principien der Wahrscheinlichkeitslehre unter Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate.

Die ideelle Zunahme der Bevölkerung erfolgt nach dem Gesetze der Zinseszinsrechnung, ausgedrückt durch:

$$k_n = k_0 \left(1 + \frac{q}{100}\right)^n,$$

worin  $k_n$  die Bevölkerungszahl nach  $n$  Jahren,

$k_0$  die ursprüngliche Einwohnerzahl,

$q$  Jahresprocente,

$n$  Anzahl der Jahre.

Die wirkliche Bevölkerungszahl  $E_n$  weicht mehr oder minder von der theoretischen ab, und die Grösse dieser Abweichung für zurückliegende Perioden liefert einen Maassstab, inwieweit man berechtigt ist, von der Vergangenheit Schlüsse für die Zukunft zu ziehen.

Trägt man nun, wie auf Blatt I geschehen ist, die Jahre als Abscissen und die ihnen zukommenden wirklichen Bevölkerungszahlen als Ordinaten auf, so erhält man durch entsprechende Verbindung der Endpunkte der Ordinaten das Diagramm des Bevölkerungsganges.

Legt man ferner nach obigem Gesetz construirte Curven in dieses Diagramm, so hat von allen möglichen derartigen Curven diejenige die höchste Wahrscheinlichkeit für sich, für welche die Summe der Fehlerquadrate, oder in diesem Falle der Abweichungsquadrate, also  $\sum (E_n - k_n)^2$ , ein Minimum wird.

Der mittlere Fehler, d. i. die Quadratwurzel aus dem Quotienten: Summe der Fehlerquadrate durch Anzahl der Beobachtungen, also:  $E = \sqrt{\frac{\sum (E_n - k_n)^2}{a}}$ , wird dann ebenfalls ein Minimum. Die Curve, die nun diesen Bedingungen entspricht, schliesst sich am besten unter allen möglichen theoretischen Curven an die effective an, und die Werthe, aus denen sie hervorgegangen ist, haben die grösste Wahrscheinlichkeit von allen, die einen Maassstab für die Zukunft liefern können. Der wahrscheinlichste Fehler ist:

$$E = 0,4769 \sqrt{2}.$$

Es würde hier zu weit führen, in der ganzen Vollständigkeit die Methoden und den Gang der Rechnung mitzutheilen, vermittelt deren die Resultate der folgenden Tabellen I und II gewonnen wurden.\*)

Die folgende Tabelle (I) behandelt Leipzig allein, und zwar sowohl mit Beachtung der Einwohnerzahl für Ende 1877, welche aus Geburten und Sterbefällen resultirt, als auch ohne Beachtung des Jahres 1877, also nur auf der Basis effectiver Zählung. Da den beiden Jahren 1876 und 1877 ein sehr rapides Wachstum entspricht, war diese Trennung nothwendig.

Die Einwohnerzahlen sind auf volle Hundert abgerundet.

**Bevölkerungsstatistik von Leipzig.**

Tabelle I.

Jahr.	Wahre Einwohnerzahl.	Jahresprocente der einzelnen Perioden.	Ohne Beachtung von 1877.		Mit Beachtung von 1877.	
			Theoretische Einwohnerzahl.	Fehler in Procenten derselben.	Theoretische Einwohnerzahl.	Fehler in Procenten derselben.
1840	51 700	2,76	48 700	+ 6,2	47 200	+ 9,53
1843	56 100	2,38	52 500	+ 6,9	51 000	+ 10,00
1846	60 200	1,20	56 700	+ 6,2	55 600	+ 8,27
1849	62 400	2,25	61 200	+ 2,0	60 400	+ 3,30
1852	66 700	1,48	66 100	+ 0,9	65 600	+ 1,68
1855	69 700	2,11	71 300	- 2,2	71 200	- 2,17
1858	74 200	1,90	77 000	- 3,6	77 300	- 4,01
1861	78 500	2,85	83 100	- 5,5	83 900	- 6,87
1864	85 400	2,14	89 800	- 4,9	91 000	- 6,15
1867	91 000	4,11	96 900	- 6,1	98 800	- 7,90
1871	106 900	4,48	107 300	- 0,4	110 300	- 3,00
1875	127 400	4,08	118 800	+ 7,2	123 000	+ 3,57
1877	138 000	—	—	—	129 900	+ 6,25
1880	—	—	135 000	—	141 000	—
1885	—	—	153 400	—	161 700	—
1890	—	—	174 200	—	185 400	—
1895	—	—	197 900	—	212 600	—
1900	—	—	224 900	—	243 700	—
1905	—	—	255 500	—	279 500	—
1910	—	—	290 200	—	320 400	—
Mittel arithm.	ohne } mit } 1877	2,51 2,65				

\*) Es ist  $k_n = k_0 \left(1 + \frac{q}{100}\right)^n \dots (1)$ . Um zu finden, unter welchen Bedingungen die Quadratsumme der Abweichungen zwischen beobachteter und entsprechender theoretischer Einwohnerzahl, also  $\sum (E_n - k_n)^2$ , ein Minimum werde, setze man in Gl. (1):

$$q = x + e$$

worin  $x$  ein angenäherter Werth für  $q$  und  $e$  ein sehr kleiner Werth ist. — Nach dem binomischen Lehrsatz ist unter Vernachlässigung der höheren Potenzen von  $e$ :

$$k_0 \left(1 + \frac{x}{100} + \frac{e}{100}\right)^n = k_0 \left(1 + \frac{x}{100}\right)^n + n k_0 \frac{e}{100} \left(1 + \frac{x}{100}\right)^{n-1} = k_n$$

Setzt man statt der ursprünglichen Variationswerthe  $k_0$  und  $\frac{e}{100}$  die neuen beiden  $k_0 = u$  und  $k_0 \frac{e}{100} = v$ , so ist

$$\begin{aligned}
 k_n &= 1,0 x^n u + n 1,0 x^{n-1} v \\
 \sum (E_n - k_n)^2 &= \sum (E_n - 1,0 x^n u - n 1,0 x^{n-1} v)^2 \\
 \frac{d \sum}{d u} &= -2 \sum \left[ (E_n - 1,0 x^n u - n 1,0 x^{n-1} v) 1,0 x^n \right] = 0 \\
 \frac{d \sum}{d v} &= -2 \sum \left[ (E_n - 1,0 x^n u - n 1,0 x^{n-1} v) n 1,0 x^{n-1} \right] = 0 \\
 \sum (E_n 1,0 x^n) &= \sum (1,0 x^n \cdot 1,0 x^n) \cdot u + \sum (n \cdot 1,0 x^{n-1} \cdot 1,0 x^n) v \\
 \sum (E_n \cdot n 1,0 x^{n-1}) &= \sum (1,0 x^n \cdot n 1,0 x^{n-1}) u + \sum (n \cdot 1,0 x^{n-1} \cdot n 1,0 x^{n-1}) v \\
 k_0 = u &= \frac{\sum (E_n \cdot 1,0 x^n) \sum (n \cdot 1,0 x^{n-1})^2 - \sum (E_n \cdot n \cdot 1,0 x^{n-1}) \cdot \sum (1,0 x^{n-1} \cdot 1,0 x^n)}{\sum (1,0 x^n)^2 \cdot \sum (n \cdot 1,0 x^{n-1})^2 - (\sum (1,0 x^n \cdot n \cdot 1,0 x^{n-1}))^2} \dots (2)
 \end{aligned}$$

Ohne Berücksichtigung von 1876/77 stellt sich:

Wahrscheinlichster Jahresprocentsatz . . . . .	2,583 ‰,
- Anfangswerth (1840) . . . . .	48 700 Einwohner,
Mittlerer Fehler . . . . .	4 140 -
Maximaler Fehler . . . . .	8 600 -
also angewendete Formel $k_n = 48\,700 (1,02583)^n$ .	

Mit Berücksichtigung von 1876/77 ergibt sich:

Wahrscheinlichster Jahresprocentsatz . . . . .	2,775 ‰,
- Anfangswerth (1840) . . . . .	47 200 Einwohner,
Mittlerer Fehler . . . . .	4 810 -
Maximaler Fehler . . . . .	8 100 -
also angewendete Formel $k_n = 47\,200 (1,02775)^n$ .	

In der folgenden Tabelle (II) wiederholt sich dieselbe Zusammenstellung, wie die der Tabelle (I) für Leipzig mit den Vorstadtdörfern und für diese allein.

Tabelle II. **Bevölkerungsstatistik der Vorstadtdörfern mit und ohne Leipzig.**

Jahr.	Leipzig mit Vorstadtdörfern.				Vorstadtdörfern.			
	Wahre Einwohnerzahl.	Jahresproc. der einzelnen Perioden.	Theoretische Einwohnerzahl.	Fehler in Procenten derselben.	Wahre Einwohnerzahl.	Jahresproc. der einzelnen Perioden.	Theoretische Einwohnerzahl.	Fehler in Procenten derselben.
1840	—	—	—	—	—	—	—	—
1843	67 100	3,73	62 300	+ 7,7	11 000	10,1	11 800	- 6,8
1846	74 900	1,70	68 900	+ 8,7	14 700	3,9	13 700	+ 7,3
1849	78 800	2,72	76 100	+ 3,6	16 500	4,3	16 100	+ 2,5
1852	85 400	2,14	84 100	+ 1,5	18 700	4,3	18 800	- 0,5
1855	91 000	2,85	92 900	- 2,2	21 200	5,4	22 000	- 3,6
1858	99 000	3,00	102 600	- 3,5	24 800	6,2	25 700	- 3,8
1861	108 200	4,11	113 400	- 4,6	29 700	7,3	30 000	- 1,0
1864	122 100	2,76	125 300	- 2,5	36 700	4,2	35 100	+ 4,6
1867	132 500	4,10	138 400	- 4,3	41 500	4,1	41 000	+ 0,1
1871	155 600	5,08	158 100	- 1,6	48 700	6,3	50 500	- 3,6
1875	189 700	—	181 600	+ 4,3	62 300	—	62 100	+ 0,3
1877	—	—	—	—	—	—	—	—
1880	—	—	213 300	—	—	—	80 600	—
1885	—	—	251 800	—	—	—	104 500	—
1890	—	—	297 400	—	—	—	135 600	—
1895	—	—	351 200	—	—	—	175 800	—
1900	—	—	414 700	—	—	—	228 000	—
1905	—	—	489 700	—	—	—	295 800	—
1910	—	—	578 200	—	—	—	383 600	—
Mittel arithm. . . . .	—	3,22	—	—	—	5,61	—	—

Für Leipzig einschliesslich der Vorstadtdörfern ist:

Wahrscheinlichster Procentsatz . . . . .	3,381 ‰,
- Anfangswerth (1843) . . . . .	62 300 Einwohner,
Mittlerer Fehler . . . . .	4 560 -
Maximaler Fehler . . . . .	8 100 -
also angewendete Formel $k_n = 62\,300 (1,03381)^n$ .	

$$v = \frac{\sum (E_n \cdot n \cdot 1,0 x^{n-1}) \sum (1,0 x^n)^2 - \sum (E_n \cdot 1,0 x^n) \sum (1,0 x^n \cdot n \cdot 1,0 x^{n-1})}{\sum (1,0 x^n)^2 \sum (n \cdot 1,0 x^{n-1})^2 - (\sum (1,0 x^n \cdot n \cdot 1,0 x^{n-1}))^2} \dots (3)$$

$$\frac{\rho}{100} = \frac{v}{u} = \frac{\sum (E_n \cdot n \cdot 1,0 x^{n-1}) \sum (1,0 x^n)^2 - \sum (E_n \cdot 1,0 x^n) \sum (1,0 x^n \cdot n \cdot 1,0 x^{n-1})}{\sum (E_n \cdot 1,0 x^n) \sum (n \cdot 1,0 x^{n-1})^2 - \sum (E_n \cdot n \cdot 1,0 x^{n-1}) \sum (n \cdot 1,0 x^{n-1} \cdot 1,0 x^n)} \dots (4)$$

Mit den Gleichungen (2), (3) und (4) wurde nun so lange wiederholt gerechnet, bis die Correction  $\rho$  klein genug erschien, und zwar wurde mit dem arithmetischen Mittel der aus den einzelnen Zählungstabellen sich ergebenden Jahresprocente begonnen. Mit dem letzten corrigirten Näherungswerthe wurden dann die Werthe der Tabellen gefunden.

Für die Vorstadtdörfer allein gilt:

Wahrscheinlichster Procentsatz . . . . .	5,336 ‰,
- Anfangswerth (1843) . . . . .	11 800 Einwohner,
Mittlerer Fehler . . . . .	930 -
Maximaler Fehler . . . . .	1 800 -
also angewendete Formel $k_n = 11800 (1,05336)^n$ .	

Um ein übersichtliches Bild über den gesammten Bevölkerungsgang zu erhalten, sind die Werthe der Tabellen nebst den Wahrscheinlichkeitscurven auf Blatt I aufgetragen. — Vergleicht man die einzelnen Gruppen, so findet man, dass die Stadt Leipzig allein den unregelmässigsten Bevölkerungsgang aufweist. Die Zählungcurve schneidet die wahrscheinlichste Curve nur zweimal und namentlich zeigen die Jahre 1876 und 1877 die grössten Unregelmässigkeiten; ebenso steht Leipzig mit seiner wahrscheinlichen procentalen Zunahme 2,58 ‰ sehr gegen die Vorstadtdörfer mit 5,34 ‰ Jahreszunahme zurück, so dass die Bevölkerungsziffer der Vorstadtdörfer diejenige von Leipzig etwa im Jahre 1903 oder 1899 erreicht haben wird, je nachdem man für Leipzig die Periode bis 1876 oder 1877 in Betracht zieht.

Ferner ist der Bevölkerungsgang der Vorstadtdörfer ein so regelmässiger, wie ihn der Verfasser nur noch bei einer der Städte, deren Bevölkerungsgang er untersuchte (Nürnberg), gefunden hat. Die Zählungcurve schneidet die Wahrscheinlichkeitscurve nicht weniger als fünfmal und die Abweichungen beider sind unbedeutend. Im Allgemeinen sind bei keiner Gruppe die Abweichungen so bedeutend, dass der eingeschlagene Weg, die wahrscheinlichen Bevölkerungsziffern für die nächsten 20 Jahre zu ermitteln, angefochten werden könnte. Die mittleren Fehler sind klein und die maximalen liegen noch weit unterhalb der Grenze, für welche nach den Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung die Unbrauchbarkeit des benutzten Gesetzes beginnt.

Wenn es auch nicht in den Rahmen der vorliegenden Arbeit zu gehören scheint, so ist trotzdem die Vertheilung der jetzt lebenden Bevölkerung auf die einzelnen Stadttheile ermittelt worden, und zwar nur zunächst mit der Genauigkeit, die nothwendig ist, wenn es sich darum handelt, die mit der Erweiterung des Bezugsquantums auch nothwendige Erweiterung des Röhrensystems festzustellen und die Kaliber der supplementären Leitungen rationell zu bestimmen. Ferner sind damit die Unterlagen geschaffen für den Fall, dass mit einer fortschreitenden Bebauung nach südöstlicher Richtung hin eine Trennung des zu versorgenden Gebiets in eine hohe und tiefe Zone sich nothwendig machen sollte.

Auf Grund der für die einzelnen Häuserblocks im statistischen Bureau ermittelten Einwohnerzahlen und auf Grund des vorhandenen Bebauungsplanes sind die entsprechenden Werthe der folgenden Tabelle zusammengestellt und auf Blatt II graphisch aufgetragen.

### Bevölkerungsvertheilung Leipzigs im Jahre 1875.

Tabelle III.

Nummer des Bezirks.	Ortsbezeichnung.	Einwohnerzahl.	Fläche in Aren.	Einwohner per Ar.	Bemerkung.
1	Innere Stadt . . . . .	13 684	3 675	3,724	} Entsprechen nicht den wirklichen Stadtbezirken, sondern sind aus den, für die Altstadt vollständigen Zahlen für die Blocks berechnet.
2		10 807	4 189	2,580	
III.	Südliche äussere Stadt . . . . .	16 008	5 645	2,836	
IV.	Südöstliche Stadt . . . . .	17 463	6 752	2,586	
V.	Oestliche Stadt . . . . .	13 008	3 969	3,277	
VI.		9 327	4 875	1,913	
VII.	Nördliche Stadt . . . . .	17 487	6 884	2,540	
VIII.	Westliche Stadt . . . . .	10 687	4 866	2,196	
IX.		9 486	2 945	3,221	
IX <sup>a</sup> .	Vor dem Zeitzer Thor . . . . .	3 792	1 637	2,316	
IX <sup>b</sup> .	- - Windmühlen-Thor . . . . .	489	549	0,891	
IX <sup>c</sup> .	Berliner-Vorstadt . . . . .	1 923	1 588	1,211	
IX <sup>d</sup> .	Plagwitzer-Vorstadt . . . . .	3 226	1 176	2,743	
		127 387	48 750		
		Quotient: 2,613 Einwohner per Ar.			

Der Bebauungsplan ergibt:

Ortsbezeichnung.	Fläche in Aren.
Auf Schönfeld zu . . . . .	3 234
Eutritzsch . . . . .	7 080
Gohlis . . . . .	9 089
Rosenthal . . . . .	2 519
Plagwitz . . . . .	1 411
Rennbahn . . . . .	4 807
Connewitz . . . . .	14 534
Johannesthal . . . . .	269
Eilenburger Bahnhof . . . . .	853
	43 795 ~ 438 ha.

Die maximale Bevölkerungsdichtigkeit beträgt für Bezirk 1, innere Stadt, 372 Einwohner per Hectare, die durchschnittliche Dichtigkeit für den ganzen Stadtbezirk 261 Einwohner. Auf Grund des Bebauungsplanes sollen nun weitere 438 Hectaren benutzt werden, also ungefähr die gleiche Fläche, wie die jetzt schon bebaute. Nimmt man für die Zukunft in den neuen Stadttheilen dieselbe Bevölkerungsdichtigkeit an, wie diejenige des gegenwärtigen bebauten Stadtbezirkes, was jedenfalls zu hoch gegriffen ist, so resultirt eine Bevölkerungszunahme von  $438 \times 261 \sim 114\,000$  Einwohnern, und da Ende 1875: 127\,000 schon vorhanden waren, so wird von 1880 ab in etwa 22 Jahren die Einwohnerzahl von 241\,000 erreicht und der gegenwärtige Bebauungsplan vollzogen sein.

Die Kaliber der Rohrleitungen, die zur Versorgung der neuen Stadttheile dienen sollen, sind je nach der Periode, bis zu welcher sie ausreichen sollen, zu berechnen.

## II. Leistung der neuen Bezugsquellen.

Es wäre keineswegs zu rechtfertigen, wenn die Grösse des gegenwärtigen Wasserconsums von Leipzig im Maximalbetrage von 16450 cbm am 24. August 1876 als Maassstab für die Zukunft in irgend welcher Richtung benützt würde. Die bekannte Qualität des Wassers schliesst dasselbe von so manchen Verwendungszwecken aus, und nur der Consum von solchen Städten, die weder unter einer qualitativen noch quantitativen Beschränkung im Wasserbezuge zu leiden haben, ist als Rechnungsbasis zu gebrauchen. Man nimmt jetzt allgemein auf Grund statistischer Erhebungen und praktischer Erfahrungen für deutsche Grossstädte von nicht abnormalen Verhältnissen einen Tagesconsum von 150 Liter per Kopf an und diese Annahme möge auch für Leipzig gelten.

Die Erweiterung des Werkes würde vielleicht 2 Jahre in Anspruch nehmen, so dass unter Hinzurechnung der einleitenden Arbeiten die Vollendung der Erweiterung im Jahre 1880 stattfinden kann. Nun müssen aber doch die speciellen Dispositionen so getroffen sein, dass für mindestens 15 Jahre, also bis zum Jahre 1895, für hinreichenden Wasserbedarf gesorgt ist. Die Bevölkerungsziffer wird dann die Höhe von 200\,000 erreicht haben und es sind mithin, abgesehen von der Leistung des bestehenden Werkes, 30\,000 cbm schon jetzt nachzuweisen. Zieht man jedoch die Vorstadtdörfer noch mit in Betracht, so steigert sich das nachzuweisende Quantum noch um  $180\,000 \cdot 0,150 = 27\,000$  cbm, so dass für den nicht unwahrscheinlichen Fall der gleichzeitigen Versorgung von Stadt und Vorstädten 57\,000 cbm Wasser nachzuweisen wäre.

Es soll nun nicht gesagt sein, dass die zur Gewinnung und Vertheilung dieser von langer Hand normirten Wassermengen nothwendigen Bauwerke in mehr oder weniger kurzer Zeit in Angriff zu nehmen und zu vollenden sind. Für den Projectirenden ist es allerdings bequemer, innerhalb festbestimmter Grenzen zu arbeiten, er hat dann einfach eine Aufgabe statischer Natur zu lösen. Soll dagegen das Problem vielseitig behandelt werden, dann spielt die den wachsenden Anforderungen folgende successive Entwicklung der Anlage, und zwar vorwiegend vom finanziellen Standpunkte aus, die Hauptrolle. Handelt man nicht nach

diesen Principien, so wird jede spätere Entwicklung den Eindruck eines kläglichen Annexes machen, hervorgegangen aus der heutigen Erkenntnis des gestrigen Bedürfnisses und versehen mit dem Stempel des Unorganischen und Unharmonischen im Zusammenhalt mit dem schon Bestehenden. Mit einem Worte: der Charakter der Planlosigkeit wird aus dem Bauwerke sprechen.

Die Rücksichten auf Billigkeit und Sparsamkeit sind sehr wohl vereinbar mit den strengsten technischen Anforderungen und nur ein Projekt, welches beiden Rechnung trägt, verdient den Namen eines brauchbaren.

Leider nahm man in der allerjüngsten Zeit das „coûte qui coûte“ als Kriterium einer grossen Conception, und in diesem Sinne sind mehrere grössere Wasserversorgungen entstanden, deren technischer Werth nicht immer proportional der Grösse der Entfernung des Bezugsortes ist. Es ist ausserdem viel einfacher und leichter, sichtbar vorhandene Wassermengen zu fassen und zu leiten, als nicht sichtbare aufzufinden und nachzuweisen.

Die zu fordernde Qualität des Wassers im Allgemeinen zu besprechen, ist wohl an dieser Stelle überflüssig und zu nichts führend. Die Controversen über diesen Gegenstand, die von Vereinen und Corporationen gefasst und wieder aufgehoben, beziehentlich modificirten Resolutionen und das Bestreben, eine allgemein gültige Schablone zu construiren, durch welche jedes brauchbare Wasser muss passiren können, sind allgemein zu bekannt, um hier wiederholt zu werden. Zur Klärung der Ansichten derjenigen, von denen die Bewilligung zur Ausführung eines Baues in letzter Linie abhängt, haben sie herzlich wenig beigetragen und auch das Ansehen der Fachkreise nicht bedeutend gehoben. Bei Besprechung der vorgeschlagenen neuen Bezugsorte wird die diesen zukommende Wasserqualität näher erörtert und angeführt werden.

Im Uebrigen möge es gestattet sein, auf den Bericht des Herrn Professor Dr. F. Hofmann zu verweisen.

### III. Leistung und Statistik der bestehenden Anlagen.

#### A. Motorische Leistung.

Die gegenwärtig im Betriebe befindliche Pumpstation besitzt 1 Paar Cornwaller- und 1 Paar liegende Woolf'sche Dampfmaschinen mit zugehörigen Kesseln von folgenden Constructionsverhältnissen, nach Angabe der Stadtwasserkunst:

##### a. Cornwaller Maschine.

Hubhöhe = 2,430<sup>m</sup>.

Hubzahl = 10 pro Minute.

Durchmesser des Plungerkolbens = 0,520<sup>m</sup>.

Diesen Dimensionen und Angaben entspricht ein theoretisches Quantum an Förderwasser von

$$q_a = \frac{0,520^2 \pi \cdot 2,430 \cdot 10}{4} = 5,16 \text{ cbm per Minute, oder } 86 \text{ Secundenliter.}$$

Es liefern beide Maschinen theoretisch somit  $Q_a = 172$  Secundenliter.

Für gut wirkende Pumpen ist ein Nutzeffect von 0,94 anzunehmen, so dass das effective Förderquantum für beide Maschinen beträgt:  $\approx 161$  Secundenliter.

##### b. Woolf'sche Maschine.

Hubhöhe = 1,25<sup>m</sup>.

Umdrehungszahl = 15,5 per Minute.

Durchmesser des Pumpenkolbens = 0,474<sup>m</sup>,

$$\text{mithin } q_b = \frac{0,474^2 \pi \cdot 1,25 \cdot 2 \cdot 15,5}{4} = 6,84 \text{ cbm per Minute oder } 114 \text{ Secundenliter.}$$

Es liefern beide Maschinen theoretisch somit  $Q_b = 228$  Secundenliter oder, mit dem Nutzeffect 0,94 gerechnet, effectiv  $\approx 214$  Secundenliter.

Wenn bis jetzt im stattgefundenen Betriebe auch noch nicht alle Combinationen, unter denen man die 3, beziehentlich 4 Maschinen arbeiten lassen kann, praktisch geprüft sind, so liegt kein Grund vor, warum nicht alle Combinationen mindestens unter 3 Maschinen zulässig oder möglich sein sollten. Betrachtet man eine Maschine stets als Reservemotor, so können, wenn es sich um die volle Ausnutzung der Pumpenanlage handelt, entweder 2 Woolf'sche und 1 Cornwaller Maschine arbeiten und die zweite Cornwallmaschine steht in Reserve, oder es arbeiten beide Cornwallmaschinen gleichzeitig mit einer Woolf'schen, während die zweite Woolf'sche in Reserve steht. Jede dieser Combinationen zerfällt wieder in zwei Unterabtheilungen, so dass zwischen 4 Maschinen 4 Combinationen möglich sind, wenn drei Maschinen in Thätigkeit und eine in Reserve ist.

Bringt man die zum Schmieren, Putzen u. dergl. Arbeiten nöthige Zeit vom vollen Betriebstage zu 24 Stunden mit 2 Stunden in Abrechnung, so wird der ersten Combination ein tägliches Förderquantum von 23300 cbm, der zweiten Zusammenstellung ein solches von 21200 cbm entsprechen, oder in Litern per Sekunde ausgedrückt 270, beziehentlich 246.

Die geometrische Förderhöhe schwankt und ist abhängig vom Wasserstand im Hochreservoir und dem des Grundwassers. Es ist auf das Ehrenberger Wehr bezogen, nach Angabe der Stadtwasserkunst, Cote Oberwasserspiegel im Hochreservoir 44,11<sup>m</sup> und Cote Oberkante Filtergallerie am Sammelbrunnen 3,01<sup>m</sup>, so dass man als geometrische Förderhöhe mit rund 40<sup>m</sup> rechnen kann.

Die Durchmesser der zwei Steigeleitungen betragen 615 beziehentlich 425 mm und die Länge jeder derselben 3500 m.

Die geringsten Reibungswiderstände, also den geringsten Kohlenverbrauch wird man für den Durchfluss des Wassers bei gleichzeitiger Benutzung der beiden Rohrleitungen dann erzielen, wenn man beide vollständig öffnet und es dem Förderwasser überlässt, sich automatisch auf beide Rohrleitungen zu vertheilen. Die Quadrate der Quantitäten, die unter dieser Bedingung jede Rohrleitung transportirt, sind dann proportional den fünften Potenzen der Durchmesser.\*<sup>\*)</sup> Zieht man von den erwähnten Combinationen diejenige in Betracht, welche 270 Sekundenliter erzielt, so werden unter der Voraussetzung, dass die Steigeleitungen ihren vollen Querschnitt überall besitzen, 193 Sekundenliter durch das grössere und 77 Sekundenliter durch das kleinere Steigerohr passiren, und die Reibungshöhe wird unter Vernachlässigung der Widerstände im Saugrohr, in den Ventilen, in den Krümmungen etc. betragen nach Dupuit:

$$\begin{aligned} \text{Reibungshöhe} &= \frac{L}{D^5} \left( \frac{Q}{20} \right)^2 = \frac{3500 \cdot 0,193^2}{0,615^5 \cdot 400} = 3,71^m, \\ \text{hierzu geometrische Förderhöhe} &= 40,00 \\ \text{Manometrische Förderhöhe} & \dots \dots = 43,71 \sim 44,0^m. \end{aligned}$$

Hieraus resultirt:

$$\text{Leistung einer Cornwaller Maschine} = \frac{44 \cdot 80,5}{1000} = 3,542 \text{ Metertonnen pro Sekunde,}$$

$$\text{Leistung einer Woolf'schen Maschine} = \frac{44 \cdot 107}{1000} = 4,708 \text{ Metertonnen pro Sekunde,}$$

und es entspricht der in Betracht gezogenen Combination eine Arbeitsleistung von 12,958 Metertonnen pro Sekunde, gemessen durch effectiv gehobenes Quantum und manometrische Förderhöhe. Für die andere Combination resultiren 11,792 Metertonnen pro Sekunde.

\*<sup>\*)</sup> Es bezeichne:

- Q das totale Förderquantum,
- x das partielle
- D Durchmesser der Leitung für Q - x,
- h Reibungshöhe für Q - x,
- D<sub>1</sub> Durchmesser der Leitung für x,
- h<sub>1</sub> Reibungshöhe für x,
- L Länge jeder Leitung.

Es ist dann: Arbeit der Reibung in Leitung D nach Dupuit:

$$\begin{aligned} (Q - x)h &= \frac{L}{D^5} \frac{(Q - x)^3}{400} \\ \text{und analog } xh_1 &= \frac{L}{D_1^5} \frac{x^3}{400} \end{aligned}$$

Die Summe  $\Sigma$  der Arbeiten wird ein Minimum für:  $\frac{d\Sigma}{dx} = -\frac{(Q-x)^2}{D^5} + \frac{x^2}{D_1^5} = 0,$

$$\left( \frac{Q-x}{x} \right)^2 = \left( \frac{D}{D_1} \right)^5 \text{ und damit } h = h_1.$$

## B. Ergiebigkeit der Bezugsquelle.

Die Ergiebigkeit lässt sich nach der Natur der Verhältnisse nicht direct bestimmen. Nur das Förderquantum der Pumpen gestattet einen Rückschluss. Da sich nun aber voraussehen lässt, dass man zur Anlage des südlichen Sammelkanals erst nach vollständiger Erschöpfung des zuerst erbauten nördlichen geschritten sein wird, und dass die jetzt im Betriebe befindliche künstliche Filtration erst nach Erschöpfung der beiden Sammelkanäle begonnen haben wird, so sind die maximalen Förderquantitäten in den einzelnen Perioden der Wirksamkeit des nördlichen Sammelkanals allein, des nördlichen mit dem südlichen und dieser beiden zusammen mit der künstlichen Filtration auch ohne Weiteres als die maximalen Ergiebigkeiten der ganzen Anlage in den entsprechenden Stadien ihrer Entwicklung anzusehen.

Auf Grund der Betriebsresultate des Wasserwerkes ergeben sich nun die Werthe der folgenden Tabellen IV, V und VI.

Wenn auch nur der Maximal-Consum von Wichtigkeit ist, so sind der Vollständigkeit wegen auch die Minima und Durchschnittszahlen mit aufgenommen.

### Ergiebigkeit resp. Förderquantum der Leipziger Stadtwasserkunst in den zwei Jahren vor Ausführung des südlichen Sammelkanals und zwar: vom 1. October 1869 bis 30. September 1871.

Tabelle IV.

Jahr.	Monat.	Tagesmaximum.	Tagesminimum.	Tagesdurchschnitt.
1869	October	6663 cbm	4362 cbm	5536 cbm
-	November	7800 -	3818 -	4627 -
-	December	4888 -	3236 -	4155 -
1870	Januar	4510 -	3476 -	4045 -
-	Februar	7464 -	3339 -	5574 -
-	März	5542 -	4012 -	4639 -
-	April	6642 -	3905 -	5257 -
-	Mai	8381 -	6017 -	7112 -
-	Juni	7556 -	5232 -	6513 -
-	Juli	6626 -	4943 -	5810 -
-	August	6758 -	4797 -	5412 -
-	September	5523 -	4800 -	5194 -
-	October	8425 -	3864 -	4984 -
-	November	5162 -	3814 -	4519 -
-	December	4651 -	3632 -	4080 -
1871	Januar	5686 -	3632 -	4283 -
-	Februar	8051 -	4046 -	5154 -
-	März	5426 -	3842 -	4749 -
-	April	6541 -	4374 -	5231 -
-	Mai	7461 -	4744 -	5762 -
-	Juni	7623 -	4918 -	5992 -
-	Juli	7757 -	5501 -	6789 -
-	August	8270 -	6010 -	7050 -
-	September	8250 -	6004 -	7012 -

### Ergiebigkeit resp. Förderquantum der Leipziger Stadtwasserkunst seit der vollständigen Ausführung des südlichen Sammelkanals bis zum Betriebe der künstlichen Filter, d. i. vom 11. März bis 24. August 1875.

Tabelle V.

Jahr.	Monat.	Tagesmaximum.	Tagesminimum.	Tagesdurchschnitt.
1875	März	9 283 cbm	5 608 cbm	7 437 cbm
-	April	8 389 -	6 059 -	7 391 -
-	Mai	14 828 -	6 403 -	8 206 -
-	Juni	14 518 -	7 195 -	9 069 -
-	Juli	11 979 -	8 226 -	9 919 -
-	August	12 188 -	8 950 -	10 526 -

Wasserverbrauch im Jahre 1877 seit Einführung der künstlichen Filter.

Tabelle VI.

Monat.	Höchster Wasserverbrauch:	Niedrigster Wasserverbrauch:	Durchschnittlicher Wasserverbrauch:
	Cubikmeter in 24 Stunden.	Cubikmeter in 24 Stunden.	Cubikmeter in 24 Stunden.
Januar	9 894	7 648	8 785
Februar	9 430	8 280	8 871
März	13 038	7 876	9 227
April	10 252	8 421	9 238
Mai	11 252	8 227	9 759
Juni	13 920	9 779	12 335
Juli	13 717	10 325	12 034
August	13 237	10 018	11 700
September	12 808	10 699	11 440
October	13 428	10 272	10 951
November	11 347	9 092	10 032
December	10 290	8 270	9 390

Aus diesen Tabellen geht hervor, dass die maximale Tagesergiebigkeit der nördlichen Filtergalerie 8425 cbm im October 1870 betragen hat. Die entsprechende Ergiebigkeit beider Gallerien zusammengenommen fand statt im Mai 1875 mit 14 828 cbm. — Da die Maximalzahl für die nördliche Gallerie eine ziemliche Menge benachbarter und wenig davon abweichender Werthe hat, so wird es gestattet sein, anzunehmen, dass in der Zeit, während beide Gallerien das Maximum lieferten, es auch jede einzelne von ihnen that. Es wird somit die nördliche Gallerie 8400 cbm, die südliche 6400 cbm per Tag liefern. Es sind indess diese Zahlen noch mit grosser Vorsicht aufzunehmen und können nur als angenäherte gelten. Nach den praktischen Erfahrungen des Verfassers gehören, je nach der Natur des Untergrundes, ein bis zwei Tage dazu, um bei Wasserentnahme aus diesem den Beharrungszustand im Wasserzuzug herzustellen. Der Untergrund ist ein Wassermagazin, dessen fluctuirender Inhalt bei starker Entnahme klein, bei schwacher gross wird, und deshalb setzt sich die maximale Ergiebigkeit unter Umständen zusammen aus constantem Zufluss und Verminderung des Vorrathes. Jedenfalls können die oben gegebenen Werthe wohl kleiner, nicht aber wohl grösser sein. Da nun, wie bekannt, auf das Grundwasser der südlichen Gallerie dauernd nicht zu rechnen ist, so stehen 8400 cbm Ergiebigkeit der Bezugsquelle gegenüber 21200 beziehentlich 23300 cbm, welche die motorische Anlage, die Reserven abgerechnet, zu fördern vermag, d. h. es sind  $12,958 - 4,268 = 8,690 \sim 8,7$  beziehentlich  $11,792 - 4,268 = 7,524 \sim 7,5$  Metertonnen pro Secunde zur Verfügung.

## IV. Die hydrographische Untersuchung der Umgebung Leipzigs und ihre Ergebnisse.

### a. Allgemeines.

Bevor der vorliegende concrete Fall als solcher behandelt wird, möge es gestattet sein, die Principien, die Methode und den Gang der Untersuchung im Allgemeinen zu besprechen, welche dazu führen soll, unterirdisch fliessendes Quellwasser zu finden und nachzuweisen. Nur die bezügliche Kenntniss liefert dem Beurtheiler oder Kritiker einen Werthmesser für das Ergebniss. Dem etwa möglichen Vorwurf des Theoretischen seiner Methode glaubt der Verfasser dadurch zu entgehen, dass er nach denselben Principien die hydrographische Untersuchung der Umgebung der Städte Augsburg, Strassburg und München practisch geführt hat, und zwar mit Erfolg.

Die erste allgemeine Beurtheilung einer Gegend im vorliegenden Sinne ist allerdings Erfahrungssache, und von ihr und einigen unbedeutenden Erhebungen und Vorversuchen hängt es ab, zu entscheiden, ob das umfängliche systematische Verfahren eine Aussicht auf Erfolg gewährt oder nicht.

Zu bemerken ist, dass es sich dabei nur um das Auffinden von solchem Wasser handelt, welches, so wie die Natur es liefert, unmittelbar für seinen Zweck verwendet werden kann, und Flüsse und Bäche zweifelhaften Charakters, deren Wasser eine künstliche Filtration erheischt, von der Untersuchung insoweit ausgeschlossen sind, als sie nicht alterierend auf den Gang des Grundwassers wirken oder in ihrer Eigenschaft als Erzeuger motorischer Kraft im weiteren Verfolg eines Projectes in Betracht zu ziehen sind.

Den ersten Anhalt für das Verhalten des Grundwassers liefern stets die vorhandenen Brunnen. Es ist klar, dass, wenn ein Brunnen bis auf die wasserdichte Schicht niedergebracht worden ist und er zu gewissen Jahreszeiten versiegt, die Grundwasseretage, in der er sich befindet, von vornherein ausserhalb des Kreises der Betrachtungen liegt. Einen weiteren Aufschluss geben die vorhandenen Brunnen sofort über die möglichen Grenzen der Schwankungen des Grundwasserstandes, beziehentlich über die unterste Grenze. Findet zur Zeit der Untersuchung ein hoher Grundwasserstand statt, und ist nachzuweisen, dass seit einer Reihe von Jahren ein Brunnen nicht versiegte oder vertieft wurde, so ist die zur Zeit stattfindende Höhe des Wasserstandes im Brunnen das Maass für die unterste Grenze, bis zu welcher der Grundwasserspiegel in der betreffenden Reihe von Jahren geschwankt haben kann. Man muss sich nur vergegenwärtigen, wie gewöhnliche Brunnen entstehen; zunächst bringt man ihre Sohle auf etliche Decimeter unter den eben stattfindenden Grundwasserstand und vertieft sie in trockenen Jahren, dem fallenden Grundwasserspiegel folgend, dergestalt, dass ihre Sohle eine vom tiefsten Grundwasserstande wenig abweichende Lage hat.

Dieses Verhalten und die Erkundigungen bei den Erbauern der Brunnen nach der Natur der durchfahrenen Schichten werden die ersten unbestimmten Anhaltspunkte liefern, unbestimmt desshalb, weil zwischen der Versorgung eines Dorfes oder einer grossen Fabrikanlage und der einer Stadt ein bedeutender Unterschied und desshalb dem Ergebniss dieser Untersuchungen nur lediglich der Werth einer Indicie beizumessen ist.

Die Beantwortung der Frage: Befindet sich das durch vorhandene Brunnen nachgewiesene Wasser im Zustande der Ruhe oder Bewegung? führt dem zu erreichenden Ziele schon näher.

Ist der Zustand der Ruhe oder einer zu vernachlässigenden Bewegung vorhanden, so ist nur unter ganz besonderen Umständen auf ein günstiges Resultat zu hoffen. Nimmt das unterirdische Grundwasserbecken den Charakter eines Sees an, so ist man nur dann berechtigt auf eine dauernde Ergiebigkeit zu rechnen, wenn Ströme nachzuweisen sind, die entweder constant dem Becken entströmen, oder dasselbe versorgen, also wenn genau dasselbe Verhalten stattfindet, welches die entsprechenden sichtbaren hydrographischen Erscheinungen zeigen. Hat dagegen das Grundwasserbecken den Charakter eines Stromes, so ist damit sofort eine günstige Indicie gegeben.

Welcher Zustand nun stattfindet, lehrt ein Nivellement der vorhandenen Brunnenwasserspiegel, oder wenn diese nicht ausreichend vorhanden sind, neu aufzudeckender Spiegel.

Verbindet man auf einer Karte, welche die Ortsangaben der Wasserspiegel enthält, sämtliche Spiegel von gleicher Höhe über einem angenommenen gemeinschaftlichen Horizonte durch eine continuirliche, sich den Verhältnissen anpassende Curve, so erhält man die Horizontalcurve, Isohypse oder Aequidistante der Grundwasserspiegel. Mit dem auf diese Weise für alle cotirten Wasserspiegel hergestellten Plane: dem Höhenschichten-Plane des Grundwassers, erhält man einen sicheren und allgemeinen Ueberblick über Gefällsgrösse und Richtung des Grundwasserbeckens und somit Aufklärung darüber, ob man es mit einem seeartigen Becken oder einem fliessenden Strome zu thun hat, oder ob und wo der Strom in einen See übergeht.

Je näher die Horizontalcurven aneinander rücken, um so grösser ist das Gefälle und umgekehrt. Um wenigstens annähernd zu bestimmen, von woher ein Brunnen oder sonst beliebiger Ort sein Grundwasser empfängt, hat man nur von ihm aus eine Normale auf die nächsthöhere Horizontalcurve zu fällen, vom gefundenen Schnittpunkte in derselben Weise auf die nächsthöhere überzugehen und so den Weg des Wassermoleküls zu construiren. Die Genauigkeit des Ergebnisses hängt naturgemäss von derjenigen der Unterlage ab, und wenn möglichst viele Wasserspiegel direct cotirt sind und die Curven in ihrem Verlaufe Gesetzmässigkeit und Regelmässigkeit zeigen, wird man der Wahrheit sehr nahe kommen.

Die Mächtigkeit und Durchlässigkeit der wasserführenden Schichten bilden für die Ergiebigkeit eines Grundwasserstromes ebenso einflussreiche Factoren, wie das Gefälle, und können nur auf dem Wege der directen Bohrung ermittelt werden. \*)

\*) Das Wasser bewegt sich in den durchlässigen Massen des Untergrundes wie in einem künstlichen Filter, und es gilt für seine Bewegung das Dupuit-Darcis'sche Filtrationsgesetz.

Bezeichnet Q die Ergiebigkeit eines verticalen Filters,

F dessen constanten Querschnitt,

H die Druckhöhe,

Während nun Gefälle und Mächtigkeit unmittelbar bestimmt werden können, gilt dies leider für die Durchlässigkeit keineswegs. Selbst wenn, wie es immer geschehen sollte, die Bohrproben unzertrümmert gewonnen werden, ist der Zustand ihrer Lagerung nach der Gewinnung ein anderer, d. h. ein mehr aufgelockerter, als der natürliche. Auch die messbare Grösse des totalen Zwischenraums giebt keinen Anhalt. Ein mit groben Geschützkugeln von constantem Durchmesser nach einem bestimmten Lagerungssystem angefüllter Raum hat genau ebenso viel leeren Inhalt, als der gleiche mit feinen Schrotten von constanter Nummer und nach demselben Lagerungssysteme angefüllte, es beträgt der leere Raum in beiden Fällen 48 % des Gesamtvolumens. Nichtsdestoweniger ist die Durchlässigkeit beider sehr verschieden und zwar grösser auf Seiten der grösseren Füllungsstücke.

Denkt man sich senkrecht zur Stromrichtung einen Schnitt gelegt, so zeigt derselbe die einzelnen Durchgangsöffnungen, deren Summe die constante Durchgangsfläche für diesen Schnitt ist. Je grösser die Anzahl der Posten dieser Summe, je kleiner also die individuelle Durchgangsöffnung ist, um so geringer wird die Durchlässigkeit, also auch die Wasserergiebigkeit dieses Schnittes und umgekehrt. Am grössten wird sie, wenn man sich alle einzelnen Durchgangsöffnungen zur Durchgangsfläche, also ohne trennende Zwischenräume, vereinigt denkt.

Für die Durchlässigkeit muss somit practische Erfahrung und Versuch an Stelle der Messung treten.

Der Zweck jeder Grundwasserstudie muss also die Grössenbestimmung der drei maassgebenden Factoren: Gefälle des Grundwasserstromes, Mächtigkeit und Durchlässigkeit der wasserführenden Schicht sein. Sind die Vorbedingungen nicht nach allen Richtungen hin erfüllt, dann muss von dem theuren Versuche, wie die Anlage und Bewirthschaftung eines Versuchsbrunnens einer ist, entschieden abgerathen werden. Der Zweck eines solchen kann nur darin bestehen, etwas schon mit hoher Wahrscheinlichkeit als gewiss Erkanntes zu bestätigen, nicht aber Directiven zu geben, die auf andere Weise zu erhalten sind. Der Verfasser kann zu seiner Genugthuung behaupten, dass die von ihm auf Grund gleicher Vorstudien erbauten und betriebenen Versuchsbrunnen nicht hinter den Erwartungen zurückgeblieben sind.

Wieviel Grundwasser von einem Terrain an einem bestimmten Orte zu erwarten ist, hängt natürlich von der Grösse des diesem Orte zukommenden Niederschlagsgebietes ab, ganz abgesehen von anderen Factoren, wie Grösse der meteorologischen Niederschläge, Filtrations- beziehentlich Einsickerungscoefficienten, Verdunstungsmengen etc.

Keine von diesen Grössen ist selbst nur in einer brauchbaren Annäherung zu bestimmen. Selbst die des Niederschlagsgebietes entzieht sich der Bestimmung. Man bestimmt dasselbe gewöhnlich, wie dasjenige eines Flusses, einfach nach der Orographie des Terrains. Dies gilt wohl für den sichtbaren Fluss, dessen Wassermengen im Grossen und Ganzen dem sichtbaren Niederschlagsgebiete entsprechen. Für Grundwasser tritt an Stelle der orographischen Karte der Höhenschichtenplan des Grundwasserspiegels und nur mit seiner Hilfe kann die Grösse eines Niederschlagsgebietes in einer für die Praxis stark angenäherten Weise ermittelt werden.

Man wird bei Vergleich der orographischen Karte mit derjenigen der Grundwasserhorizontalen häufig finden, dass die sichtbare und unsichtbare Abflussrichtung nicht zusammenfallen.

Im Allgemeinen lässt sich jedoch behaupten und ist auf Grund vielseitiger practischer Beobachtung erwiesen, dass die Strömungsrichtung des Grundwassers mit der von sichtbaren Flüssen im betrachteten Gebiete zusammenfällt und nur in unmittelbarer Nähe des Flusses sich mit nicht häufigen Ausnahmen mehr senkrecht zu dessen Strömungsrichtung stellt. Es ist dieses Allgemeinverhalten ja auch erklärlich, wenn man bedenkt, dass die durchlässigen Schottermassen auf diluvialen Wege placirt wurden und die sichtbaren Flüsse der alten Strömungsrichtung folgend sich später in sie einschneiden.

Bei der Unbestimmbarkeit der sonstigen Einflüsse, welche den unterirdischen Wasserreichthum bedingen, nützt jedoch auch die Kenntniss der Grösse des Niederschlagsgebietes nicht viel, sie können nur werthvoll im negativen Sinne sein, und wenn es sich überhaupt darum handelt, auf einen speciellen Versuch einzutreten oder nicht.

h die Filterhöhe,

k einen Coefficienten, abhängig von der Durchlässigkeit des Materials, so ist:

$$Q = k \frac{F H}{h}$$

Für einen Grundwasserstrom von der Breite Eins, senkrecht zur Stromrichtung gemessen, tritt an Stelle von F seine Mächtigkeit M, und anstatt des Quotienten  $\frac{H}{h}$  ist der Sinus des Neigungswinkels  $\alpha$  einzuführen, welchen der Grundwasserspiegel mit einer horizontalen Ebene bildet, mithin  $Q = k M \cdot \sin \alpha$ .

Anstatt das Niederschlagsgebiet nebst den zweifelhaften sonstigen Coëfficienten als Rechnungsbasis zu benützen, bleibt es stets sicherer, ein bestimmtes Grundwasser-Querprofil in Betracht zu ziehen und dort innerhalb enger Grenzen, zwischen denen weder Gefälle des Stromes, noch Mächtigkeit und Durchlässigkeit der wasserführenden Schicht wesentlich variirt, zu messen. Wo und wie diese Profile zu legen sind, lehrt nur der Höhengschichtenplan des Grundwassers.

Unter Umständen giebt es ein Mittel, die Geschwindigkeit eines Grundwasserstromes direct zu messen.

Wenn in einem sichtbaren Strome Hochwasser eintritt, so werden naturgemäss die im oberen Stromlauf liegenden Pegel die Anschwellung zeitiger anzeigen, als die tiefer liegenden: die Differenz der Beobachtungszeiten, zusammengehalten mit der Entfernung der Pegel, giebt die Geschwindigkeit der Fluthwelle, also nahezu diejenige des Stromspiegels. Ganz dasselbe findet nun aber in Bezug auf den Grundwasserstrom statt, für welchen überdem die Geschwindigkeit im ganzen Profil constant ist.

Leider sind die Leipziger Verhältnisse nicht so beschaffen, um von dieser Methode Gebrauch machen zu können. Wie schon erwähnt, sind gegenwärtig noch Salzungsversuche im Gange, welche denselben Zweck verfolgen.

Eine wichtige Rolle für Beurtheilung der Grundwasserverhältnisse spielen die sichtbaren Wasserläufe. Diese können durch in sie eintretendes Grundwasser gespeist werden, oder sie geben, je nach Beschaffenheit ihres Bettes, Wasser in das umliegende Terrain ab, oder endlich: sie verhalten sich indifferent.

Zunächst ist für Bestimmung der stattfindenden Bewegungserscheinungen zu untersuchen, ob der Flusswasserspiegel in Relation mit dem Grundwasserspiegel überhaupt gesetzt werden darf. Zeigt der dicht am Ufer aufgedeckte Grundwasserspiegel eine erheblich tiefere Lage als der Flusspiegel, so ist sicher anzunehmen, dass die Flusssohle zu verschlemmt ist, um ein Abgeben des Wassers in den Untergrund zu ermöglichen.

Die Niveaudifferenz kann sich, entsprechend den Bewegungsgesetzen im durchlässigen Terrain, nicht plötzlich bilden, und tritt dieser Fall ein, dann existiren zwei von einander getrennte und unabhängige Ströme; eine Relation zwischen deren Spiegeln ist nicht mehr zulässig und der sichtbare Strom ist in seinen Beziehungen zum Grundwasserstrom indifferent. Dieses Verhalten kommt im Höhengschichtenplan durch Continuität der Grundwasserhorizontalen zum Ausdruck. Giebt der Fluss aber Wasser in das umliegende Terrain ab, ein Fall, der selten und nur unter äusserst günstigen Umständen sich dauernd vollzieht, dann biegt die Grundwasserhorizontale flussabwärts um. Wird der Fluss mit Grundwasser versorgt, der bei weitem häufigste Fall, dann biegt die Grundwasserhorizontale flussaufwärts um. In diesem Falle kommt es dann überhaupt nicht zur Verschlemmung des Flussbettes. Liegen die Verhältnisse günstig, dann kann durch directe Messung des zu- oder abnehmenden Flusswasserquantums die Richtigkeit der Horizontalcurve nachgewiesen werden, wie dies der Verfasser mit Hülfe des Brunnbaches im Rheinthal bei Strassburg und des Hachingerbaches auf der Münchener Hochebene gethan.

Dies ist in allgemeinen Zügen der Gang der Untersuchung in seiner Regelmässigkeit. Wie gross die Ausnahmen sind und wie oft sie nöthig werden, hängt von der geringeren oder grösseren Gleichartigkeit des Untergrundes ab, und gerade darin gehört die Umgebung von Leipzig zu den ausgesprochensten Ausnahmen von der Regelmässigkeit und erschwert somit die Erkenntniss der Wahrheit ganz ausserordentlich.

Da es sich im Vorstehenden nur um mechanische Bewegungserscheinungen handelt, ist die Seite der Frage, welche die Qualität des Wassers zum Gegenstande hat, ganz ausser Betracht geblieben.

## b. Specielles.

In Anbetracht des Umstandes, dass auf der bestehenden Pumpstation an motorischer Kraft 7,5 Meter-tonnen pro Secunde gleich 100 Pferdestärken nebst Zubehör verfügbar sind, erstreckte sich die specielle Terrainuntersuchung zunächst auf die Orte, von denen am einfachsten und naturgemäss eine Versorgung der Pumpstation mit brauchbarem Wasser erfolgen könnte, d. h. auf die Flussniederungen der Pleisse, Elster und deren Derivate und auf die den Niederungen unmittelbar angrenzenden Thalhänge der Hochebene.

Die weiteren Gründe, die für dieses Vorgehen maassgebend waren, sind in der Abhandlung des Herrn Professor Dr. Hofmann, pag. 19 und folgd. ausführlich dargelegt.

Die Grenze des Untersuchungsfeldes war ohngefähr: Südstrasse, Connewitz, Lös-nig, Dölitz, Mark- kleeberg, Crostewitz, Zöbigker, Cospuden, Hartmannsdorf, Knauthain, Knautkleeberg, Gross- und Klein- Zschocher, Plagwitz und Südstrasse. Die Untersuchungsergebnisse sind auf Blatt III, IX, X und XI dargestellt und würde es zu weit führen, das dort graphisch Dargestellte hier detaillirt und umständlich in Worte zu übersetzen.

Die Grundwasserströmungen können, wie aus dem Schichtenplan Blatt III hervorgeht, als regelmässige bezeichnet werden.

Es existirt in dem in Betracht gezogenen Terrain nur eine Grundwasseretage, d. h. zwischen dem natürlichen Grundwasserspiegel und der undurchlässigen, also wassertragenden Schicht, dem unteren Meeressande, giebt es keine Unterbrechung. Der Grundwasserstrom ist im verticalen Sinne ein continuirlicher; dies bedingt die Einfachheit seiner Erscheinung und die Leichtigkeit seiner graphischen Darstellung.

Alle aufgedeckten Grundwasserspiegel können als ein- und demselben Strome angehörig betrachtet und ohne Weiteres mit einander in Relation gesetzt werden. Innerhalb der untern und obern Grenze des Strömungsprofils giebt es keine undurchlässigen Schichten von Bedeutung und damit ist jede Ursache der Discontinuität beseitigt.

Die Strömungsrichtung ist in den Flussniederungen im Grossen und Ganzen diejenige der sichtbaren Flüsse, nur an den Thalhängen stellen sich die Curven nahezu parallel zum sichtbaren Stromlauf und da, wo dies der Fall, findet eine Versorgung des Grundwasserstromes der Niederung durch Derivate des Stromes der Hochebene statt.

Der Einfluss, den die sichtbaren Läufe auf den Grundwasserstrom ausüben, ist gering und ausnahmslos die Folge des künstlichen Aufstauens der Flusswasserspiegel und Einschneidens des Unterwassergrabens für motorische Zwecke.

Oberhalb der Wehre liegen gewöhnlich die Grundwasserspiegel tiefer, unterhalb derselben höher als die correspondirenden Flusswasserspiegel, und es finden, wenn der Fluss nicht durchaus verschlemmt ist, die schon erwähnten Wasserabgaben, beziehentlich Wasseraufnahmen statt.

Ein hier einschlägiges Beispiel ist der Gang der Curve 110, Blatt VII, zwischen Gautzsch und Lauer. Oberhalb der Gautzscher Mühle giebt der Flössgraben Wasser ab, unterhalb der Mühle hört er auf different zu sein und noch weiter abwärts nimmt er Wasser aus dem Untergrunde auf. Die Mühlen und Werke machten in Folge des Schliessens und Oeffnens der Schützen jede exacte Messung der Zu- oder Abnahme des Flusses beziehentlich Kanals durch Grundwassereinflüsse unmöglich, und konnte somit die Uebereinstimmung der Curven mit der Fluctuation des sichtbar fliessenden Stromes nicht nachgewiesen werden. Gegenüber der Flusswassermenge ist bei den geringen Differenzen der Spiegelhöhen beider Ströme der Einfluss des einen auf den andern jedenfalls sehr klein.

Die Grundwasserhorizontalen Blatt III sind das Ergebniss der ersten Aufnahmen vor Anfang December 1877; später wurden diese vervollständigt und enthält Blatt VII neben anderen Angaben die Horizontalcurven des Grundwassers für Ende Januar 1878 auch für das speziell hier in Betracht gezogene Gebiet. Aus dem Vergleich beider Karten ergeben sich die Schwankungen des Grundwasserstandes und die daraus resultirenden Aenderungen in der Strömungsrichtung. Die letztere ist nahezu dieselbe geblieben, wie sich, der Configuration der wasserdichten Schicht entsprechend, nicht anders erwarten liess. Aus beiden Karten ist auch der Einfluss der Filtergallerie des bestehenden Werkes ersichtlich; die Curven bilden dort geschlossene Linien und zeigen die durch die Wasserentnahme gebildete muldenartige Vertiefung. — Es werden durch Curve 107 gehende Wassertheile in den Bereich des Brunnens gezogen und zwar von rechts nach links gehend von Bohrloch XXIX, Connewitzer Chaussée-Südstrasse, bis etwa in die Mitte der Verbindungslinie zwischen Bohrloch VI—XII, Linienweg. Von letzterem Punkte ab biegt die Curve um und entspricht dem natürlichen Grundwasserlaufe. Die von den Filtergallerien ausgeübte Gravitation ist an diesem Punkte nicht mehr gross genug, um die eigenthümliche Geschwindigkeit des Wassermoleküls derart zu beeinflussen dass es in die Gallerie eintritt. Weiter dem Laufe der Curve folgend, nimmt man den Einfluss der Elster wahr; der Fluss empfängt Wasser aus dem Untergrunde und beeinflusst den natürlichen Verlauf der Curve. Aehnliche Betrachtungen lassen sich für Curve 106 anstellen, deren Wendepunkt naturgemäss weit unterhalb desjenigen der Curve 107 liegt. Curve 105 endlich liegt so nahe an der Gallerie, dass deren Wirkung kräftig genug ist, sie zu schliessen, d. h. kein durch diese Curve gehendes Molekül ist für die Wasserfassung verloren.

Als wasserdichter Untergrund ist in dem betrachteten Terrain vorwiegend der untere Meeressand anzusehen. Absolut undurchlässig ist derselbe allerdings nicht, allein er ist es in so geringem Grade, dass er für die Zwecke, um die es sich handelt, dafür gelten kann. An einzelnen Stellen keilt er aus. So zeigt z. B. die Bohrlochreihe XII—XVI in XII und XV unteren Meeressand. In XIII und XIV wird die wassertragende Schicht durch Braunkohlenthon beziehentlich Rothliegendes gebildet, in XVI durch grell ziegelrothe Letten. Auf Blatt III sind die Horizontalcurven für die obere Begrenzungsfläche des unteren Meeressandes gezogen; sie zeigen eine ausserordentliche Regelmässigkeit in der Oberflächenconfiguration, und der Höhenrücken, auf dem Gautzsch, Zöbiger und Gross-Städteln liegen, und welcher das Plesse- und Elsterthal

rennt, findet seine Wiederholung eine Etage tiefer in der Oberflächengestaltung des unteren Meeressandes. Da es für mechanisch-hydrographische Zwecke ganz gleichgültig ist, aus welchen geologischen Gliedern der wasserdichte Untergrund besteht, ist auf Blatt III keine Trennung in dieser Hinsicht vorgenommen und der nicht aus unterem Meeressand bestehende Untergrund von diesem nicht in der Farbe geschieden.

Die Mächtigkeit der wasserführenden Schicht ist im Elsterthale viel bedeutender als im Pleissethale. Blatt XI zeigt dies in den Querprofilen G-H: Windorf-Dölitz, und J-K: Knauthain-Crostewitz. Das Gefälle des Grundwasserstromes, sowie die hydrographische Beschaffenheit der durchlässigen Schichten sind in beiden Thälern nahezu dieselben. Hieraus folgt ohne Weiteres, dass für Wasserfassung das Elsterthal mehr Gewähr für den Erfolg bietet, als das Pleissethal.

Betrachtet man die Längenprofile des Elster-, Flössgraben- und Pleissethales, Blatt X, so geht daraus hervor, dass die Mächtigkeit der wasserführenden Schichten im longitudinalen Sinne fast nahezu constant ist. Sie beträgt für das Elsterthal im Mittel ohngefähr 8 m, für das Flössgraben- und Pleissethal 5 m bezw. 4 m.

Sämmtliche drei Profile zeigen an ihrem nördlichen Ende eine Zunahme an Mächtigkeit, verursacht durch eine Auskolkung des wasserdichten Untergrundes. Da nun unterhalb wenig mehr Grundwasser fließt, als oberhalb, das Durchflussprofil aber wächst, so müssen an dieser Stelle die Grundwasserhorizontalen grösseren Abstand haben, als da, wo die Mächtigkeit der wasserführenden Schicht eine kleinere ist.

Und in der That zeigt der Höhengichtenplan des Grundwasserspiegels diese Erscheinung in den Curven 106—108 im Elsterthale. Es mag allerdings der störende Einfluss der Wasserentnahme am Wasserwerk vielleicht zur Wirkung kommen, und die bei Leipzig näher zusammenrückenden Thalränder können auch einen Stau auf den Grundwasserstrom ausüben. Jedenfalls ist die verringerte Breite der Thalsole die Ursache der geologischen Erscheinung des Kolkes, hervorgebracht durch die diluvialen Fluthen. Die Untersuchung lehrt, dass, abgesehen von der Qualität des Wassers, Gefälle, Mächtigkeit und Durchlässigkeit des Untergrundes mehr im Elster- und weniger im Pleissethale günstig sind und sich ersteres zur Anlage eines Versuchsbrunnens empfehlen würde.

Die Qualität des Wassers der verschiedenen Bohrlöcher wurde durch Herrn Professor Dr. Hofmann bestimmt, welcher folgenden Bericht darüber verfasste. Es sind darin auch einige Angaben über Wasserqualität solcher Bohrlöcher enthalten, die nicht dem zunächst untersuchten Gebiete angehören.

### „Wasseranalysen im Pleisse- und Elster-Thale.“

„Den 14. und 15. August wurde an den Bohrlöchern der folgenden Nummern die etwa vorhandene Menge gelöster Eisenoxydsalze bestimmt.

„In einzelnen Fällen besass das Wasser durch mitgerissenen Bohrschlamm so viele suspendirte Bestandtheile, dass die Titrirung sehr erschwert wurde und die Resultate beeinflusste. Die Fälle sind in der folgenden Tabelle stets bemerkt. Das mittelst Chameleonlösung titrirte Eisenoxydul ist als Eisenoxyd ( $F_2 O_3$ ) in Rechnung gebracht.

„Das vorhandene Kochsalz wurde in den mitgenommenen Proben des Wassers mittelst salpetersaurem Silber titirt.

„Die festen Bestandtheile wurden in einem Wasservolumen von 100 cem bestimmt, und bei 100° C. trocken gewogen. In den Fällen, in welchen das Wasser durch Bohrschlamm getrübt war, wurde es vor der Entnahme zur Trockenbestimmung filtrirt.

#### I. Wasserproben von den Höhen.

	1 Liter enthält:		
1. Grossschocher Nr. 22 . . . . .	0,465 gr Kochsalz,	—	gr feste Theile
2. Kleinzschocher (Neubrunnen) . . . . .	0,567 -	-	- - - -
3. Schleussiger Restauration . . . . .	0,453 -	-	- - - -
4. Connowitz, Schulhaus . . . . .	0,045 -	-	- - - -
5. Schleussig, Ortspolizei . . . . .	0,141 -	-	0,625 - - -
6. Kleinzschocher Nr. 26 . . . . .	0,339 -	-	1,560 - - -
7. Windorf, vis-à-vis Gasthaus Weinberg	0,633 -	-	2,355 - - -

„Die Wasserproben konnten auf Eisenoxydul nicht geprüft werden, da sie nicht an Ort und Stelle, sondern erst nach dem Transporte in's Laboratorium zur Untersuchung kamen. In Nr. 3 und 5 waren geringe Mengen von Eisenoxyd vorhanden, die ebenso aus oxydirtem Oxydul wie von dem Pumpenrohre abstammen konnten.

## II. Wasserproben an Ort und Stelle auf Eisenoxydul untersucht.

„Die mit ÷ bezeichneten Analysen konnten nicht ausgeführt werden, da das Wasser erst später in das Laboratorium gelangte.

„Die Zusammenstellung der Analysen nach Längs- und Querprofilen der Bohrlöcher lässt deutlich den Unterschied zwischen Thalwasser und dessen Beeinflussung durch Seitenwasser erkennen.

„Hervorzuheben ist, dass einige Tage vor den Analysen, die an Ort und Stelle ausgeführt wurden, ein sehr bedeutender wolkenbruchartiger Regen niederging.“

Bohrloch Nr.	I m L i t e r				Bemerkungen.
	Feste Theile mgr	Kochsalz mgr	Eisenoxyd mgr	Wasserstand unter dem Boden m	
1	205	27	17,3	1,43	
2	305	15	÷	2,14	
3	265	51	16,6	1,32	
3a	283	48	2,7	—	
4	—	—	—	—	das Bohrloch verschüttet.
5	230	27	33,2	1,70	
6	217	27	91,4	2,28	
7	248	33	30,4	1,87	
8	205	30	22,0	1,31	
9	538	45	÷	2,47	
10	298	27	÷	1,08	
11	205	27	13,8	2,19	sehr bald leer gepumpt.
12	205	24	19,4	1,99	
12a	—	—	—	—	
13	273	27	22,2	2,29	
14	315	42	66,5	3,14	
15	374	51	77,5	1,84	sehr viel Bohrschlamm.
16	300	51	27,0	0,98	sehr bald leer gepumpt.
17	385	81	19,4	2,31	sehr viel Bohrschlamm.
18	227	27	16,6	1,76	
19	548	51	27,7	2,36	
19a	207	27	24,9	1,68	
20	245	57	13,8	2,47	
21	249	21	2,7	0,88	
22	222	30	2,7	1,40	sehr viel Bohrschlamm.
23	408	30	÷	1,57	
23a	250	57	÷	—	
24	256	48	÷	1,24	
25	505	45	19,4	2,31	
26	350	45	÷	1,70	
27	300	21	÷	—	
28	289	21	÷	—	



Auf Blatt III ist der Eisengehalt des Wassers der verschiedenen Bohrlöcher nach der Methode der Darstellung von Horizontalcurven zur Anschauung gebracht. Die Curven verbinden Punkte, welche auf Grund des Interpolationsverfahrens gleichen Eisengehalt der Wassers besitzen und ihr Abstand entspricht einer Differenz von 10 mgr Eisenoxyd per Liter Wasser.

Wie man sieht, ist innerhalb des Curvensystems eine Gesetzmässigkeit nicht zu erkennen, auch irgend welcher Zusammenhang zwischen Mächtigkeit der wasserführenden Schicht, oder Gefälle des Grundwassers in der Thalniederung nicht wahrzunehmen.

Das Maximum an Eisengehalt zeigte Bohrloch VI, Linienweg, gegenüber der Pumpstation, mit 91,4 mgr, ihm folgt XV, auf den Wiesen von Gross-Zschocher, mit 77,5 mgr.

Eine allgemeine Abnahme erfolgt in den oberhalb liegenden Theilen des Terrains; im Querprofil J.-K.: Hartmannsdorf-Crostewitz, ist in den Bohrungen XXIII und XXVI der Eisengehalt des Wassers Null. Allein diese Bohrungen gehören schon der zwischen beiden Thälern liegenden Hochebene an und sind somit für die Niederung nicht maassgebend. Die demselben Profile angehörenden Bohrungen XXI, XXII und XXV, die bereits in der Niederung liegen, zeigen, wenn auch wenig, so doch immerhin schon etwas Eisengehalt. Bei einer später noch weiter thalaufrwärts niedergebrachten Bohrung XLI bei Bösdorf, welche noch am Ufer des Inundationsgebietes der Elster lag, war durch Geruch und Geschmack ein starker Eisengehalt zu erkennen. Ebenso zeigen Entwässerungsgräben, Drainagen u. dgl. Anlagen in der Thalniederung bis Rötha und Pegau hinauf den bekannten Charakter des Eisengehaltes des Wassers. Die Untersuchung des Eisengehaltes giebt nur den zur Zeit der Messung stattgefundenen Zustand. Mit dem wechselnden Grundwasserstand wird auch der Eisengehalt einer Veränderung unterworfen sein, und der Ort des Maximums an Eisengehalt wird, wie dieser selbst, variiren, so dass, wo jetzt der Eisengehalt fast Null ist und man zu einer Wasserfassung zu schreiten versucht wäre, in ganz kurzer Zeit eine vollständig ungünstige Wendung des Zustandes eingetreten sein kann, und umgekehrt.

Unterhalb Leipzig und auch in den Niederungen des Parthethales finden dieselben Verhältnisse statt.

Nach den Auseinandersetzungen und Aufklärungen in der Abhandlung pag. 32 des Herrn Professor Dr. Hofmann über die Entstehung, das Wesen und die Vorbedingungen dieser Erscheinungen ist dies auch nicht anders zu erwarten.

Das Resultat der Untersuchung der Thalniederung ist demnach: Jede Wassergewinnung in den Niederungen der Elster, Pleisse und ihrer Ableitungen ist ausgeschlossen und nur die etwa vorhandenen Grundwasserströme der Hochebene, oder deren Derivate, so lange diese sich noch nicht mit den Thalwässern gemischt haben, können als brauchbare Bezugsquelle angesehen werden.

Wären diese Strömungen auf der Hochebene nicht vorhanden, dann bliebe allerdings nur Flusswasserversorgung mit künstlicher Filtration als letztes Refugium.

Nach Feststellung dieser Thatsachen mussten die Untersuchungen einen anderen Charakter annehmen und die Grenzen des nun in Betracht zu ziehenden Versuchsfeldes ungleich weiter gesteckt werden als vordem.

Sie erstreckten sich nördlich bis Seehausen, Hohenhaida, südlich bis Magdeborn, Tanzberg, westlich bis Markkranstädte und östlich bis Gerichshain, Naunhof, siehe Blatt V.

Ueber die ganze innerhalb dieser Grenzen liegenden Fläche wurde, mit Ausnahme der schon besprochenen Niederungen, wo dies schon geschehen, ein Flächennivellement mit Unterstützung der schon vorhandenen Karten gelegt. Je nach der zu beanspruchenden Genauigkeit geschah dies sowohl auf geometrischem, als barometrischem Wege. Alle auf Blatt VII mit nur der ersten Decimale eingeschriebenen Coten sind barometrisch, alle mit zwei Decimalen versehenen Coten geometrisch gefunden, und danach ist deren Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu beurtheilen.

Schon die ersten orientirenden Arbeiten ergaben, dass die Grundwasserverhältnisse der Hochebene leider vollständig gesetzlos sind, oder vielmehr, dass es nicht möglich war, irgend welche Gesetzmässigkeit in der Erscheinung zu erkennen.

Während man es in den Niederungen mit den regelmässigen alluvialen Ablagerungen zu thun hatte und dort nur eine Wasseretage vorfand, tritt hier an Stelle jener das erratische Diluvium in seiner vollständigen Unregelmässigkeit.

Dadurch ist auch die Einfachheit in den hydrographischen Erscheinungen aufgehoben und an Stelle einer Wasseretage treten deren mehrere. Welche Wasseretagen zusammengehören, ist schwer zu unterscheiden und nur dann möglich, wenn innerhalb eines kleinen Raumes, also innerhalb eines Dorfes viele unter abweichenden Verhältnissen und in verschiedene Tiefen niedergebrachte Brunnen sich befinden.

Beim Graben und Bohren der Brunnen tritt häufig der Fall ein, dass in einer gewissen Tiefe sich

Wasser vorfindet und bei dem Bestreben, den Brunnen möglichst tief herzustellen, dasselbe vollständig verloren geht, während der umgekehrte Fall ebenso häufig ist und ein ursprünglich trockener Brunnen beim Durchfahren einer bestimmten Schicht sich sofort mit Wasser füllt.

Häufig versiegen seichte Brunnen nie, während tiefere diese Erscheinung zeigen. In einzelnen Brunnen ist der Wasserstand das ganze Jahr hindurch ziemlich constant, in andern dicht benachbarten variirt er um mehrere Meter.

Auf Grund einer Reihe von Beobachtungen und Zusammenstellung von lokalen Erfahrungsergebnissen, lassen sich die hydrographischen Erscheinungen in ihrer unregelmässigen Allgemeinheit durch sechs verschiedene Fälle specialisiren, die auf Blatt VIII dargestellt sind.

**1. Fall.** Eine schwer durchlässige Schicht sandigen Geschiebelehms oder dgl. ist in geringer horizontaler Ausdehnung in eine leicht durchlässige Schicht von mehr oder minder grobem Diluvialkies muldenförmig eingebettet. Der Brunnen, welcher die Lehmschicht durchfährt, zeigt durch Beseitigung der Reibungswiderstände, welche das Wasser des Diluvialkieses beim Aufsteigen in den Geschiebelehm zu überwinden hat, den Wasserspiegel, welcher dem Diluvialkies zukommt.

Der Brunnen II, welcher den Lehm nicht ganz durchfährt, zeigt einen Wasserspiegel, der von der Wasserentnahme aus dem Brunnen stark abhängig ist, also unbrauchbare Messungsergebnisse liefert.

**2. Fall.** Der obere Geschiebelehm hat eine bedeutende horizontale Ausdehnung, das auf ihn niederfallende Meteorwasser sinkt in ihm in nahezu verticaler Richtung und bildet einen in dieser Richtung zusammenhängenden Strom, welcher seine Continuität dem wenig durchlässigen Lehm verdankt. Die Lehmschicht wird unterlagert durch eine Schicht groben Kieses; an der Contactfläche angekommen verliert das Grundwasser in Folge der grössern Durchlassfläche den Charakter der Continuität und erhält ihn erst in Folge der Ansammlung auf einer tiefer liegenden wasserdichten Schicht wieder.

Brunnen I wird constant Wasser liefern, Brunnen II wird variiren, je nachdem der tiefere Etagenspiegel seine Sohle erreicht oder nicht, und Brunnen III wird ebenfalls constant Wasser liefern, wenn ein neuer Regen fällt, bevor durch das langsame Sinken im Geschiebelehm der obere Etagenspiegel die Brunnensohle erreicht hat. Die Schwankungen in den Wasserspiegeln können ganz entgegengesetzte sein. Der untere Spiegel senkt sich durch Abfliessen fortwährend, während durch starke Niederschläge sich die obere Schicht mit Wasser anfüllt und ein schnelles Steigen des ihr zukommenden Spiegels zeigt.

Auf diese Weise kann der seichte Brunnen III constant, der tiefere Brunnen II intermittierend Wasser liefern.

Verfasser ist geneigt, das in der oberen Schicht sich vorfindende Wasser als „suspendirtes“ zu bezeichnen, im Gegensatz zu dem „gelagerten“ der tieferen Etage.

Da nun fast ausnahmslos das suspendirte Wasser schliesslich in das gelagerte übergeht, so ist für Bestimmung der Strömungsrichtung der Wasserspiegel im Brunnen I der maassgebende, allerdings unter der Voraussetzung, dass sein Wasser sich nicht im Zustande einer zweiten Suspension befindet und das gelagerte Wasser noch tiefer in einer dritten Etage liegt.

**3. Fall.** Es findet sich eine schwer durchlässige Schicht, die von einer wenig mächtigen, dem Wasser bei seinem Durchgange noch mehr Hindernisse bietenden Thonschicht unterlagert ist. Die zwei obersten Schichten von grosser horizontaler Ausdehnung bilden eine Insel im durchlässigen Grunde, dessen Wasserstrom von links nach rechts fliesst. Das Wasser wird sich in den oberen Schichten der Insel durch aufgefallene Niederschläge ansammeln und sowohl an den Inselrändern in die Tiefe sinken, als auch in geringen Quantitäten durch die Thonschicht sickern. Da nun im schwer durchlässigen Boden die Reibungswiderstände für Wasserdurchgang sehr bedeutend sind, so wird vom Inselrande, in Folge des dort in die Tiefe sich ergiessenden Wassers, der Wasserspiegel in der obersten Schicht steil nach der Mitte der Insel zu ansteigen.

Beide Brunnen II und III werden bei der gezeichneten Sohlentiefe nahezu gleichzeitig versiegen, jedoch in den Perioden grossen Wasserreichthums bei einer geringen gegenseitigen Entfernung von vielleicht 100 m Spiegeldifferenzen bis 4—5 m zeigen. Trotzdem gehören beide derselben Etage an, und ein Schluss, der mit Hilfe dieser Wasserspiegel auf das wahre Gefälle und Richtung des Grundwasserstromes etwa gezogen würde, wäre ein Trugschluss, ganz ebenso wie derjenige, der etwa unter Hinzuziehung des Brunnen I entsteht. Nur die Brunnen I und Ia liefern die wahre Grundlage und zeigen, dass das Gefälle von III nach I lokaler und nicht allgemeiner Natur ist.

**4. Fall.** Eine stockförmige, undurchlässige Schicht erhebt sich, von der wasserdichten Schicht aufsteigend, bis über den Grundwasserspiegel des umgebenden wasserführenden Terrains. Ein in diesem Stock niedergebrachter Brunnen bleibt natürlich trocken, während dicht daneben sich einer von den verschiedenen Fällen vollziehen kann.

**5. Fall.** Ein continuirlicher und individualisirter Grundwasserstrom, der sich im stark durchlässigen Terrain bewegt, wird durch eine in diesem stromaufwärts auskeilende wasserdichte Schicht von geringer Mächtigkeit im verticalen Sinne getheilt, während andererseits der unterhalb liegende Theil der wasserführenden Schicht stromabwärts zwischen zwei wasserdichten auskeilt.

Siehe Blatt VIII, 5. Fall, rechte Seite *a* bis *c*. Zwei dicht neben einander liegende Brunnen II und III, von denen einer in dem sich fortsetzenden, der andere in dem auskeilenden Theile der wasserführenden Schicht mündet, werden ganz verschiedene Wasserstände zeigen. Durch die entstandene Verminderung der freien Durchgangsfläche wird oberhalb des Theilpunktes *a*, dem Ausgehende der zwischen gelagerten undurchlässigen Zunge, eine Stauung des Grundwasserstroms entstehen; unterhalb des Theilpunktes wird dieser stärkeres Gefälle zeigen. Da nun in der auskeilenden wasserführenden Schicht keine Strömung stattfindet, so fallen auch die Bewegungshindernisse fort und Brunnen II wird, wenn ihm kein oder verhältnissmässig wenig Wasser entnommen wird, einen Wasserspiegel zeigen, der in gleicher Höhe mit dem Grundwasserspiegel an der Stelle liegt, wo die Trennung des Durchlässigen stattfand. Ganz dieselben Erscheinungen, nur im umgekehrten Sinne, finden auf der Strecke von *c* nach *b* statt. Es werden mithin die Wasserspiegel I und II ein Gefälle zeigen, welches nicht ihrer gegenseitigen Entfernung, sondern der unter Umständen sehr langen Strecke *ab* eigenthümlich ist.

Ist nun durch Bohrung dieses geognostische Verhalten festgestellt, so giebt ein einfaches Nivellement vom Brunnen II und I auf den oberhalb, bzw. unterhalb liegenden Grundwasserspiegel ohne Weiteres die Ausdehnung der trennenden undurchlässigen Schicht.

Der in diesem Falle maassgebende Spiegel ist der des Brunnens III. Das Wasser des Brunnens I und II ist für eine durchgreifende Wasserfassung ganz ausser Betracht zu lassen, denn sämtliches vorhandene Wasser passirt die Schicht des Brunnens III.

**6. Fall.** In die wasserführende Schicht ist eine undurchlässige inselartig eingelagert, mit stark wechselnder Begrenzung. — Siehe Blatt VIII, 6. Fall.

Es wird bei *a* Wasser eintreten, bei *b* und *c* passiren und bei *d* wieder austreten, so dass dort der Strom wieder continuirlich wird.

Die nicht sehr entfernt von einander stehenden Brunnen I, II und III werden in ihren Spiegelhöhen differiren. Von der Horizontalen *ad* ab aufwärts gerechnet, ist der Wasserstand im Brunnen I gleich der Höhe *h*, plus den Bewegungswiderständen bei Zurücklegung der Strecke *cd*; der Wasserstand im Brunnen II gleich der Höhe *h* minus den Bewegungswiderständen bei Zurücklegung der Strecke *ab*. Der Wasserstand im Brunnen III ist der maassgebende, und man würde wiederum falsch schliessen, wenn man aus dem Zusammenhalt der drei Spiegel Folgerungen auf das Gefälle des Stromes ziehen wollte. —

Welchem geologischen Verhalten nun die Differenzen der Wasserspiegel benachbarter Brunnen in jedem einzelnen Falle ihre Entstehung verdanken, das ist schwer zu unterscheiden. In der äussern messbaren Erscheinung eben der Spiegeldifferenz decken sich z. B. der dritte Fall und sechste Fall, und nichts destoweniger sind die Ursachen wesentlich verschieden. Erkundigungen bei den Brunnenbauern ergaben keine andern Resultate, als etwa: Bei 12 Ellen verloren wir das Wasser im Lettich und fanden es bei 17 Ellen im Kiese wieder; oder: an der ersten Stelle war der Triebsand zu stark wasserführend, der Brunnen musste verlassen und an einer zweiten Stelle neu errichtet werden. Dies war z. B. in Baalsdorf, Brunnen 172, Blatt V, letztes Haus, links am Wege nach Zweinaundorf, der Fall. Die Spiegelschwankungen in diesem Brunnen bewegen sich zwischen 10,30 m vom Terrain, gemessen am 7. September 1877, und 2,5 m vom Terrain im Winter 1876/77, also Schwankungen von nahezu 8 m. Da die Sohle dieses Brunnens 12,30 unter Terrain liegt, so wird die maximale Schwankungsgrösse wohl 9 bis 9,5 m betragen.

Ein ähnliches abnormes Verhalten zeigt Brunnen Nr. 334 im Zusammenhalt mit dem benachbarten Brunnen Nr. 333, beide in Gross-Zschocher.

Während der Schwankungsgang für Nr. 333, in absoluten Wasserspiegelnoten ausgedrückt, folgender war: 111,61 m — 111,39 m — 111,45 m — 110,53 m — 109,82 m — 109,18 m, war der entsprechende Schwankungsgang für Nr. 334: 105,88 m — 105,57 m — 105,87 m — 105,89 m — 105,47 m — 110,13 m.

Die Beobachtungsperiode umfasst den Zeitraum vom Juli 1877 bis Ende April 1878. Am Anfange derselben war Spiegel Nr. 334 tiefer als der Nr. 333 um 5,73 m und am Ende 0,95 m höher. Nichtsdestoweniger haben beide Brunnen dieselbe Sohlencote und es liegt hier ein Beispiel für Fall 3, Brunnen II und III, vor.

Aehnliche Verhältnisse finden sich in den Knauthainer Brunnen. Es würde hier zu weit führen, alle Beispiele aufzuführen. Das Wasserstandsverzeichnis und Blatt XIV: Diagramme der Schwankungen des Grundwassers, geben darüber Auskunft. Zum Vergleich darüber, in wie weit die meteorologischen Niederschläge den Gang der Brunnen beeinflussen, ist deren Diagramm ebenfalls aufgetragen.

Man kann im Allgemeinen behaupten, dass, je kleiner die Schwankungen sind, die ein Brunnen Spiegel zeigt, um so sicherer und zuverlässiger der Wasserbezug aus dem Untergrunde stattfinden wird. Die Schwankungsperiode mächtiger Grundwasserströme ist nun keineswegs annueller Natur. Starke, kurz andauernde Niederschläge sind für sie indifferent und ihr Schwankungsgang umfasst ganze Perioden wasserarmer und wasserreicher Jahre. Für den Grundwasserstrom der Münchener Hochebene z. B. ist, nach allen Indicien zu schliessen, die Periodicität etwa eine 7-, bzw. eine 14jährige.

Die Grundwasserströme sind in der Nähe der Flussthäler am mächtigsten, und dort muss ihr Schwankungsgang, analog demjenigen eines Flusses an seiner Mündung, am kleinsten sein, wenn sonst keine lokalen Störungen vorliegen und der Grundwasserspiegel nicht durch die Schwankungen des benachbarten Flusspiegels beeinflusst wird. Die grössten Schwankungen positiver und secundärer Natur lassen sich in der Zeit vom Januar bis Ende April in Folge Schneeschmelze u. dgl. erwarten.

Zieht man speciell die Brunnen des Hanges am linken Partheufer in Betracht, so ist gestiegen von Januar bis Ende April 1878:

Brunnen Nr. 142: Heiterer Blick 0,82 m; Nr. 141: Ziegelei an der Tauchaer Chaussée 0,38 m; weiter nördlich, also thalab, Nr. 2: Schönfeld 0,15 m; Nr. 9: Haus an der Chaussée zwischen Abnaundorf und Neutzsch 0,18 m; noch näher dem Flusse: Nr. 1: Schönfeld 0,14 m; Nr. 15: Neutzsch 0,40 m. — Bei einzelnen dieser Brunnen zeigt indess die Mitte März die höchste Wasserspiegelcote. Nr. 142 und Nr. 141 gehören einer anderen Wasseretage, als die anderen, an.

Ein ähnliches Verhalten zeigen Nr. 11, 12 und 13 am rechten Partheufer bei Mockau. Der hochgelegene Nr. 13 stieg um 0,30 m, die anderen um 0,10 m, bzw. 0,23 m.

Auf der Hochebene des linken Elsterufers zeigen in genannter Periode die natürlichen Schwankungen (ohne Einfluss der Grube Mannsfeld) Nr. 336, 355, 356, 378 mit bezw. + 0,25 m, + 0,38 m, + 0,38 m und + 0,11 m.

Die Brunnen der Hochebene des rechten Pleisseufers zeigen ebenfalls keine bemerkenswerthen Schwankungen, ebenso wie diejenigen der Thalniederungen, wie aus dem Wasserstandsregister ersichtlich.

Benützt man jedoch den herrschenden Wasserstand, also die Differenz der Coten: Wasserspiegel und Sohlentiefe als Annäherungsmaassstab für die grossen periodischen Schwankungen, so werden diese 1 m und mehr betragen.

Als Beispiel für Fall 2, Blatt VIII, können die Brunnen Nr. 193, 194 und 195 am Monarchen-Hügel im Zusammenhalte mit Nr. 188 bei Dösen dienen.

Die Brunnen III und IIIa der Zeichnung entsprechen den Brunnen Nr. 193 und 194 des Registers; Brunnen I und Ia dagegen den Nrn. 195 und 188. Es findet eine Strömung von Nr. 194 nach Nr. 195 statt, welche der obersten Etage angehört; die der tieferliegenden Etage zugehörige erstreckt sich dagegen von Nr. 195 nach 188 und ist also der ersteren mehr oder weniger entgegengesetzt.

Der Kirchhofsbrunnen bei Stötteritz Nr. 180a ist etwas über 25 m tief und führt nur trübes ungeniessbares Regenwasser, seine Sohlencote ist etwa 105 m, während die Spiegelcote der Brunnen in Stötteritz 119 m und 137 m beträgt.

Ein in ihm niedergebrachtes Bohrloch bis auf ca. 50 m Tiefe, also mit der Sohlencote von 80 m, gab ebensowenig Wasser. Dies ist ein Beispiel für den 4. Fall und lehrt, dass auch im horizontalen Sinne der Grundwasserstrom nicht continuirlich gedacht werden darf, sondern dass sich in demselben Inseln befinden, welche den Zusammenhang aufheben. Wenn nichtsdestoweniger dieser Umstand in dem Höhenschichtenplan nicht in die Erscheinung tritt, so scheidert eben das Wollen am Können. Häufig wird dieses Vorkommen nicht sein, denn nur ein einziges, das genannte, konnte festgestellt werden.

Sehr häufig sind die Fälle 5 und 6, Blatt VIII.

Bohrung 34, 28, 35 und 38 zwischen Abnaundorf und Neutzsch geben hierfür Beispiele. Man hat es nicht mehr mit Wasser unter freier Oberfläche, sondern mit gespanntem Wasser zu thun. Nach Durchfahren der Braunkohle stieg in Bohrung 35 das Wasser in einem aufgesetzten Rohre, welches überdem nicht dicht war und also nicht die volle Steighöhe anzeigte, 1,7 m über Terrain. Ebenso wurde in Bohrung 38 unter gleichen Verhältnissen ein Aufstieg von 2,1 m über Terrain gemessen. Das Wasser aus der tiefen Etage war im Gegensatz zu dem der oberen stark eisenhaltig, doch erst dann, als die tieferen Schichten unter der Braunkohle angebohrt wurden. Gegenwärtig fliesst das Tiefenwasser aus Bohrung 38 continuirlich mit einer den Verhältnissen angemessenen Ergiebigkeit von 2 Liter per Minute.

Beim Niederbringen der Bohrung XXXIV wurden folgende Spiegeltiefen unter Terrain gemessen und zwar stets früh vor Beginn der Arbeit:

4. Decbr. 1877:	3,94 m,
5. - - -	3,80 m,
6. - - -	4,46 m nach Durchfahren des Thons 3,63 m,
7. - - -	- - - - - 2,71 m,
8. - - -	- - - - - 2,26 m,
10. - - -	- - - - - 2,31 m.

Welcher von den Fällen, ob 5 oder 6, hier stattfindet, ist ohne weitere Bohrungen nicht festzustellen und für den vorliegenden Zweck auch gleichgültig.

Um einen Ueberblick auch über das chemische Verhalten der Wässer zu bekommen, wurden eine Anzahl von Brunnen auf die Härte ihres Wassers untersucht. Die Resultate sind in Beilage B enthalten und zeigen, dass in den meisten Fällen die den tieferen Lagen entstammenden Wässer in ein und demselben Dorfe einen geringern Härtegrad aufweisen, als die den höheren Etagen entnommenen, erstere also den Vorzug verdienen.

Was die Differenz in den Spiegelhöhen benachbarter Brunnen betrifft, so fand ganz ähnliche Verhältnisse der Verfasser bei Untersuchung der hydrographischen Verhältnisse der Münchener Hochebene. Dort war schon früher der alte Moränenzug des Isar- und Inngletschers genau festgestellt, innerhalb desselben, also auf altem Gletscherboden, differirten die Spiegelhöhen der Brunnen in ein und demselben Dorfe bis 56 m bei einer gegenseitigen horizontalen Entfernung von nur 150 m. Selbst bei einer Entfernung von nur 40 m wurden bis 30 m Spiegeldifferenz gefunden und dabei lieferten sowohl der seichte als der tiefe Brunnen constant Wasser und wenn dies auch nur so viel war, als den Bedürfnissen entsprach, so war der Umstand der wichtigere, dass der Grundwasserstand überhaupt nicht unter die Sohle des seichten Brunnens fiel.

Ausserhalb der Moränengrenze, also da, wo keine Glacialwirkung stattgefunden hatte, stellte sich sofort in dem Charakter des Stromes die höchste Regelmässigkeit ein, und zwar Einheit der Etage und constantes Gefälle bei constanter Neigung der wasserdichten Schicht, dort tertiärer sogenannter Schweissand oder Flinz, und eine unterirdische Stromschnelle, entsprechend einem plötzlich eintretenden starken Gefälle der undurchlässigen Schicht.

Bohrungen, die in einem Terrain von so hoher Regelmässigkeit niedergebracht werden, haben einen allgemeinen Werth und eignen sich als Grundlage zum Ziehen inductiver Schlüsse. Bohrungen dagegen in einem so unregelmässig geschichteten Terrain, wie ein alter Gletscherboden, oder das erratische Diluvium der Leipziger Hochebene, haben einen engbegrenzten lokalen Werth, und deshalb sind auf der Hochebene von Leipzig selbst, mit nur drei Ausnahmen, keine Bohrungen niedergebracht worden, wobei nicht behauptet werden soll, dass dieselben nicht geologischen Werth gehabt hätten.

Wie man sieht, lässt die Bewegung des Grundwassers der Hochebene an Mannigfaltigkeit nichts zu wünschen übrig; es erscheint gewagt, auf Grund so schwankender Indicien hin, einen Höhenschichtenplan des Grundwassers zu entwerfen und demselben irgend welche Bedeutung beizulegen. Wenn man jedoch die Brunnen, die man zur Unterlage benützen will, discret wählt, und namentlich, wenn mehrere Brunnen in nicht allzu weiter Entfernung das nämliche Verhalten in Bezug auf absolute Wasserstandscote und deren Schwankungen zeigen, so kann man sicher sein, dass man sich der Wahrheit stark nähert.

Sämmtliche Brunnen, deren Verhalten auf suspendirtes Wasser hinwies, sind von der Verwerthung ausgeschlossen. Es hat mit solchen Beobachtungsergebnissen genau dieselbe Bewandtniss, wie mit statistischen Unterlagen. Nur bei discreter Benützung von Messungs- oder Zählungsergebnissen und Verwerfung aller zweifelhaften und aus nicht gemeinschaftlichen Ursachen entsprungenen, wird man ein brauchbares Resultat erzielen. Selbst wenn auf der Hochebene nicht stets dieselbe Wasseretage in Betracht gezogen worden sein sollte, wie die an den Ufern der Flüsse, so zeigt nichtsdestoweniger der Schichtenplan den Uebergang von der höhern Etage zur niedrigeren, und wenn auch die Art des Ueberganges sich nicht präcisiren lässt, so ist es andererseits unanfechtbar, dass irgend eine bestimmbare und bestimmte Strömung von einem gewissen Orte zum andern überhaupt stattfindet.

Die Unsicherheit in der Etagenbestimmung auf der Hochebene verschwindet glücklicher Weise, je mehr man sich den Flussthälern nähert, dort zeigen im Gegensatz zur Hochebene die Brunnen eines Dorfes übereinstimmende Coten, die Grundwässer haben ihren tiefsten Stand erreicht und können nicht tiefer sinken. dort sind die geeigneten Punkte: durch Niederbringen von Bohrungen das Legen von Querschnitten zu ermöglichen und durch die Anlage von Versuchsbrunnen den Ergiebigkeitswerth des Terrains zu bestimmen. Das eben Gesagte hat jedoch nur lokale Wahrheit, in andern Fällen kann just das Entgegengesetzte wahr sein.

Um jedem Missverständnisse vorzubeugen, sei hier bemerkt, dass auf die Mitwirkung des Flusses an sich principiell nicht gerechnet wird. Die traurige Entwicklungsgeschichte der auf sogenannte natürliche

Flusswasserfiltration basirten Anlagen hat der Verfasser in seinem Project für Wasserversorgung Strassburgs pag. 23 hinreichend beleuchtet.

Betrachtet man den Höhengichtenplan Blatt VII und zwar zunächst die Hochebene zwischen Parthe (früher wohl „Bardau“ genannt) und Pleisse, so treten zunächst zwei grosse calottenartige Erhebungen des Grundwasserspiegels und die Einwirkungen der Pleisse und Parthe als den allgemeinen Charakter bestimmend auf.

Im Grossen und Ganzen ist die unbeeinflusste Grundwasserströmung von Süd nach Nord gerichtet, entsprechend der Richtung der sichtbaren Wasserläufe. Diese continuirliche Strömung wird durch ein Querthal unterbrochen, welches sich von West nach Ost über Stötteritz, Zweinaundorf, Engelsdorf, Althen und Bahnhof Borsdorf erstreckt.

Hätte man es nur mit einer Grundwasseretage zu thun, so wären durch dieses Verhalten die Directiven für zukünftige Wasserfassung sofort klar und bestimmt gegeben; allein ebenso, wie sich die verschiedenen sechs Fälle der Grundwasserbewegung im Kleinen zeigen, so hat man es bei Betrachtung des Ganzen auch hier mit einer grossen Unregelmässigkeit zu thun. Die südliche Erhebung des Grundwasserspiegels, auf deren Höhe Liebertwolkwitz und Gross-Pözna liegen, ist, weil an der Grenze des Beobachtungsfeldes liegend, nicht ganz entwickelt, dagegen ist die nördliche Erhebung mit der Culmination in Sommerfeld vollständig ausgebildet und zeigt geschlossene Curven. Um die Frage zu entscheiden, ob die construirten Curven auch wirklich der in Betracht zu ziehenden tieferen Etage, oder einer höheren angehören, wurden auf der Hochebene drei Bohrungen niedergebracht, deren Resultate die Frage mit Nein beantworten liessen.

Schon die in Sommerfeld eingezogenen Erkundigungen ergaben, dass das in geringer Tiefe dort zu findende Wasser nach Durchbrechung einer dichten Lettenschicht 1—2 m falle. Ein gleiches Resultat ergab die Bohrung XXX bei diesem Dorfe, ohne dass jedoch der neu erbohrte Wasserspiegel im weitem Verlaufe sich merklich geändert hätte. Eine weitere Aufklärung gab die Bohrung XXXI am Heitern Blick, im Zusammenhalt mit dem auf diesem Vorwerk befindlichen Brunnen, dessen Sohlencote 123,3 ist. Beim Beginn der Bohrung correspondirten Brunnen- und Bohrungsspiegel mit einander; als jedoch auf Cote 115 der Diluviallehm durchfahren war und der Bohrer in den reinen lehmfreien Diluvialkies eindrang, sank der Wasserspiegel der Bohrung und behielt auch im weitem Verlaufe eine constante Senkung von ca. 0,7 m gegen seinen frühern Stand bei. Der neue Wasserspiegel ist nun keineswegs derjenige, welcher der untern erbohrten Etage zukommt. In der Bohrung findet einfach eine Communication der beiden Etagen statt und die genannten 0,7 m sind nichts weiter, als die Grösse der Eintrittswiderstände, welche das Wasser der oberen Etage bei seinem Uebergang in die untere zu überwinden hat. Nur dann, wenn in der trennenden Schicht, dem Diluviallehm, ein Rohr wasserdicht eingebracht und ebenso bis über Terrain geführt wird, kann nach gehörigem Auspumpen der wahre Wasserspiegel gemessen werden. Da dies seine besonderen Schwierigkeiten hat, und mindestens immer ein zweites Bohrloch neben dem ersten erheischt, der Zweck aber schon durch den Umstand des Sinkens überhaupt erreicht war, wurde von der exacten Maassbestimmung, so interessant diese auch sonst gewesen wäre, abgesehen. Bei dem Uebergange von einer Etage zur andern werden nun aber die feineren Theile der wasserführenden oberen Schicht in Bewegung gesetzt und in die Eintrittsstelle eingeführt. Die Folge ist eine stetige Zunahme der Eintrittswiderstände, so dass schliesslich nach einiger Zeit der hergestellte Wasserspiegel wieder in den ursprünglichen übergeht, und der Einfluss der Bohrung Null wird, eine Erfahrung, die an Bohrung XLII auf der Hochebene des linken Elsterufers gemacht wurde.

Man hat es also für die nördliche Erhebung mit der Culmination Sommerfeld mit einer Störung nach Analogie des Falles 3, Blatt VIII, zu thun und darnach das wahre Verhalten zu beurtheilen. Die obenerwähnte Thalmulde Stötteritz-Borsdorf ist demnach nur eine oberflächliche Erscheinung und es verfolgen die tieferen Grundwässer in der Hauptsache ihren Weg nach Norden. Derjenige orographische Thaleinschnitt, der nun in seiner Längsrichtung normal auf der Strömungsrichtung des Grundwasserstromes steht, wird den meisten Erfolg für Wasserfassung bieten, und ein solcher ist im vorliegenden Falle das Parthethal in seinem Laufe von Taucha nach Leipzig. Während nun das Parthethal den Hauptstrom quer durchschneidet, allongirt das Pleissethal denselben und empfängt statt des Stromes nur dessen Derivate, die quantitativ unbedeutend sind, was folgende Betrachtung ergibt.

In der Pleisseniederung und den unmittelbar an diese stossenden Böschungen der Hochebene ist es klar und unanfechtbar nachgewiesen, dass man es nur mit einer Etage zu thun hat. Denkt man sich nun auf Blatt VII vom südlichen Ende des südlichen Sammelkanals Normalen auf die Grundwasserhorizontalen construirte, so findet man, dass die sämmtlichen Thalströme der Pleisseniederung, die ja die Derivate der Hochebene enthalten müssen, in dem Sammelgebiete des südlichen Kanals liegen, dieser also sie sämmtlich aufnehmen muss. Wie bekannt, ist nun aber die Ergiebigkeit des südlichen Sammelkanals gering und das starke Gefälle der Derivate von der Hochebene zur Pleisse gehört der wenig mächtigen oberen Etage an

Die Bohrungen XXI und XXXVI, auf der Wiese bei Markkleeberg und Crostewitz, und an der Chaussée bei Markkleeberg, ergeben eine geringe Mächtigkeit der wasserführenden Schicht und ihr negatives Resultat wird noch dadurch erhöht, dass sie sich an einem Punkte befinden, wo das starke Gefälle des Hanges sich schon in das schwache der Thalung verflacht hat, also zwei Factoren: Mächtigkeit und starkes Gefälle von vornherein fehlen.

Das Derivat, welches gegenwärtig den nördlichen Sammelkanal versorgt, ist besonders stark ausgebildet, wenn man seine geringe Strömungsbreite in Betracht zieht, und gehört zu den leider vereinzelt, einschlägigen Erscheinungen der Versorgung des Pleissethales durch laterale Grundwasserströme.

Wie man an diesem Beispiel ersieht, erschwert auch hier wiederum die Einzelercheinung die Erkenntniss des Allgemeincharakters, anstatt sie zu befördern.

Der Lauf der Parthe, oberhalb Taucha, liegt nahezu parallel mit dem Grundwasserstrom und empfängt aus diesem sichtbare Zuflüsse in Form von isolirten Fäden, wie z. B. in Zweenfurth. Dieses Verhalten setzt sich ununterbrochen bis Leipzig fort und können diese kleinen Quellen am Böschungsfuss der letzten Flussterrasse des linken Partheufers beobachtet werden.

Im Thale des Göselbaches treten zwischen Cröbern und Sestewitz Quellen auf, sowohl am linken, als rechten Ufer. Der weitere Verfolg durch Bohrung XXXVII ergab ein negatives Resultat und kennzeichnete die Quelle als lokale Erscheinung ohne den Werth einer Indicie. Die Messung des Wasserquantums des Göselbaches an der Furth bei Markkleeberg am 14. Decbr. 1877 ergab 81 Secundenliter.

Wiederholte Messungen wurden als zwecklos nicht weiter gemacht und waren, weil durch das Stauen seitens der Müller der Beharrungszustand sehr selten zu erreichen war, auch mit brauchbarem Resultat nicht durchführbar. Dies war auch der Grund, warum die Parthe an verschiedenen Stellen ihres Laufes keiner Messung unterzogen werden und die Uebereinstimmung zwischen Lage der Grundwasserhorizontalen und fluctuirendem Wasserquantum des Flusses nicht nachgewiesen werden konnte.

Nur an einer Stelle war dies einmal ausnahmsweise möglich und gefunden, dass zwischen Abtnaundorf und Händel's Bad die Parthe um 120 Sekundenliter zunimmt.

Diese Zunahme verdankt dieselbe den in sie mündenden Grundwasserströmen.

Der Einfluss der Braunkohlengrube Fuchshayn zeigt sich deutlich in der Lage der Grundwasserhorizontalen und gelten für hier dieselben Betrachtungen, wie sie für die Störung des natürlichen Curvenanges durch die Sammelkanäle des Wasserwerkes gemacht wurden.

Das rechte Partheufer entwässert, wie das linke, ebenfalls nach der Parthe hin. Jedenfalls gehören die construirten Curven, sowie diejenigen um Sommerfeld herum, einer obern Etage an und es ist nicht unwahrscheinlich, dass im Norden des Beobachtungsfeldes die weit ausgedehnten, aber dennoch lokalen Erhebungen des Grundwasserspiegels sich wiederholen und dass ein Grundwasserstrom das Parthethal durchsetzt, anstatt ihm zu folgen.

Die Hindernisse, welche die Parthe zwingen, ihren nordwestlichen Lauf bei Taucha in einen südwestlichen umzuändern, sind dieselben, die einen ähnlichen Vorgang auch für Elster und Pleisse bei Leipzig veranlassen; diese Hindernisse brauchen aber nicht denselben Einfluss auch auf den Grundwasserstrom auszuüben. In diesem Falle würde sich das Parthethal wie das Göselbachthal verhalten, nur mit dem grossen Unterschiede, dass in Folge des tiefen Einschneidens des ersteren die ausgiebigen und mächtigen Ströme der unteren Etage sehr leicht blossgelegt werden können, während das Göselbachthal nur die wenig mächtigen der obersten Etage theilweise aufdeckt.

Die Hochebene links der Elster zeigt, im Gegensatz zu der rechts der Pleisse, den Charakter weit grösserer Regelmässigkeit; hier hat man es, abgesehen von einigen ganz untergeordneten lokalen Störungen, nur mit einer Etage zu thun. Bei Bohrung XLII zeigte sich nach Durchfahung einer Lettschicht, die von wasserführenden Schichten mit 5,6 m Mächtigkeit überlagert war, ein Fallen des diesen Schichten angehörigen Grundwassers um 1,1 m. Später stellte sich der alte Grundwasserstand wieder her, nachdem jedoch die Futterröhren stark ausgepumpt waren, ergab eine weitere Messung den wahren Grundwasserspiegel. Da die obere Fläche der Lettschicht Cote 113,5, die untere Cote 110,6 m hat, so geht, aus Vergleichung dieser Zahl mit der Sohlencote der Brunnen in Knauthain Nr. 351 bis mit 356 hervor, dass diese sämmtlich ihr Wasser aus der oberen Etage beziehen.

Nach den Messungen von Mitte März 1878 stellen sich für den westlichen Theil des Profils JK: Bohrung XLII, Brunnen 356, Bohrung XLIII und darüber hinaus verlängert bis Brunnen Albertsdorf Nr. 381, die Spiegelcoten bzw. 113,82 m—113,48 m—120,70 m und 115,96 m. Bohrung XLIII zeigt somit eine lokale Erhebung des Grundwasserspiegels, die auch im Höhenschichtenplan deshalb nicht berücksichtigt wurde. Eine tiefere Etage existirt hier nach den Bohrresultaten nicht und man hat es mit einer Insel zu

thun, deren Erhebung nicht gross genug ist, um an der Oberfläche trocken zu sein; einfach dasselbe, was eine Untiefe im gewöhnlichen Sinne ist, nur mit dem Unterschiede, dass hier damit eine Erhebung des Wasserspiegels verbunden ist. Ebenso liegt Wasserspiegel Brunnen Nr. 356 an der hölzernen Windmühle um 0,34 m tiefer, als der von Bohrung XLII, an der Bahn, und es muss sich hier ein lokaler Parallelstrom zum allgemeinen Thalstrom bilden, wie dies auch die Curven andeuten. Des Brunnens in Grosszschocher Nr. 334 ist schon Erwähnung gethan.

Die trockenen Inseln, ähnlich derjenigen bei Stötteritz, treten hier im nördlichen Theile des Beobachtungsfeldes in Form von Porphyr oder Grauwackestöcken sehr zahlreich auf.

Wie die Schichtenfolgen der Bohrungen XL bis mit XLIV zeigen, liegen in Bezug auf Mächtigkeit die Verhältnisse nicht ungünstig, lassen dagegen in Rücksicht auf Gefälle zu wünschen übrig.

Während am linken Ufer der Parthe, zwischen Taucha und Leipzig, das Gefälle des Grundwassers soweit dasselbe als nur derselben Etage angehörig erkannt ist, im Mittel 6—7 m per Mille beträgt, stellt sich dasselbe auf der Elsterhochebene nur auf 3 m per Mille. Der Untergrund wird an beiden Orten gleich durchlässig sein, dagegen sind die wasserführenden Schichten, wie die Schichtenfolgen ergaben, mächtiger im Parthethal, als auf der Elsterhochebene. Der Uebergang von der Hochebene in die Thalniederung spricht sich in dem Schichtenplane ebenfalls nicht aus, ganz ebenso, wie auch orographisch ein solcher Uebergang oberhalb Windorf kaum noch zu erkennen ist.

Einen Anhaltspunkt für Wasserergiebigkeit der Hochebene bietet die Wasserförderung der Braunkohlengrube Mannsfeld. Das mittelst Ueberfall in dünner Wand gemessene Förderquantum der Pumpen beträgt 59 Secundenliter, also ca. 5000 cbm per Tag. Die Schichtenfolge zweier in unmittelbarer Nähe des Schachtes niedergebrachten Bohrungen ist nach Angabe der Besitzer in Beilage A, letzte Seite, enthalten.

Das Braunkohlenflötz ist an sich vollständig trocken, es ist zwischen zwei Thonschichten eingelagert, von denen die überlagernde in einer Mächtigkeit von gegen 6 m als vollkommen wasserdicht den Eintritt von Grundwasser in das Braunkohlenflötz ausschliesst. Der Kies, welcher die Grundwässer führt, hat etwa 7,5 m Mächtigkeit.

Ist nun eine Strecke Braunkohle abgebaut, so wird die Strecke durch Wegschlagen der Stempel zum Einstürzen gebracht. Dabei wird die überlagernde Thonschicht zerbrochen und derart in ihrem Zusammenhange gestört, dass durch die entstandenen Klüfte nicht allein das Grundwasser mit grosser Energie in die Grube tritt, sondern auch noch grosse Mengen diluviales Kiesgerölle mitgerissen werden; das Eindringen der Kiesmassen sucht man auf ein Minimum zu beschränken durch verticale Abhauen der Strecken. In Folge des ganzen Verfahrens hinterlässt der abgebaute Theil des Grubenfeldes mächtige Dolinen auf der Oberfläche des Terrains.

Die in die Strecken eingeführten Grundwässer werden nun durch Dampfkraft von der Schachtsohle bis zu Tage gehoben. Die Kohle selbst keilt in südwestlicher Richtung aus, und ist auch nach dieser Seite hin die Grube durch eine mächtige Thonschicht vor dem Eindringen der Grundwässer überhaupt geschützt; sie erhält vorzugsweise ihr Wasser von Nordosten her.

Wenn durch die gewaltsamen Einstürze der Thonschicht die Verhältnisse nicht gar so sehr gestört würden, so könnte die Grube als Versuchsbrunnen behandelt werden. Bis zu einem gewissen Grade ist sie es allerdings, denn sie gestattet, die muthmassliche Störung im natürlichen Gange der Horizontaleurven zu erkennen, welche eine Wasserentnahme von rund 60 Secundenliter hervorbringt. Da man nicht weiss, wie die Configuration der Curven vor der Störung beschaffen war, so ist man auf die Näherung beschränkt. In der Strömungsrichtung erstreckt sich die Einwirkung der Grube auf 1700 m abwärts bis Bohrloch XLIV und erst jenseits des Bohrloches zeigt das Grundwasser wieder seine natürliche Strömungsrichtung und fällt nicht mehr nach dem Schacht. Die allgemeine Depression, veranlasst durch die Wasserentnahme, ohne dass jedoch damit eine Strömung nach der Grube hin verbunden wäre, hat jedoch grössere Ausdehnung und reicht nahe bis Curve 115 m, also auf etwa 3 km abwärts. Wenn die gestörten Curven, von Curve 115 m aufwärts, sich in ihrer natürlichen Lage an Curve 115 m anschliessen würden, so wäre die Einwirkung der Grube eine ganz ausserordentliche und mit nur verhältnissmässig wenig solchen Anlagen, wie die Grube Mannsfeld, wäre der ganze Untergrund im Bereiche des Versuchsfeldes zu entwässern. Allein, es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Curven schon vor der Anlage der Grube eine nicht regelmässige Lage hatten, wenigstens scheint das Umbiegen derselben zwischen Rehebach und Knautnaundorf und das Verhalten der Bohrung XLIII darauf hinzudeuten.

Der Bahnhofbrunnen in Eythra wurde zur Versorgung der früher dort befindlichen Wasserstation benützt. Ueber sein Verhalten war nur zu erfahren, dass bei einer wahrscheinlichen Absenkung des natürlichen Grundwasserspiegels von etwa 2,90 m der sich selbst überlassene Brunnenspiegel folgenden Aufstiegsang zeigte.

Es stieg der Wasserspiegel in der

1. Stunde	— 0,59 m,	7. Stunde	— 0,17 m,
2. -	— 0,38 m,	8. -	— 0,16 m,
3. -	— 0,34 m,	9. -	— 0,12 m,
4. -	— 0,29 m,	10. -	— 0,11 m,
5. -	— 0,24 m,	11. -	— 0,10 m,
6. -	— 0,21 m,	12. -	— 0,09 m.

Dieses Verhalten lässt, nach verwandten Fällen zu schliessen, eine grosse räumliche Ausdehnung der durch den Brunnen hervorgebrachten Depression voraussetzen und ist eine wenn auch bei dem Mangel sonstiger Daten etwas unsichere Bestätigung dafür, dass die Mannsfelder Grube ebenfalls weithin deprimirt.

Das Vorstehende ist in allgemeinen Umrissen und Zügen ein Bild der unterirdischen Hydrographie der südlichen Umgebung Leipzigs, soweit diese für den vorliegenden Zweck in Betracht kommt und es sich vorzugsweise um mechanische Bewegungserscheinungen handelt. Nicht untersucht ist das Elsterthal abwärts von Leipzig. Da jedoch die Gegend flussaufwärts stets der entgegengesetzten vorzuziehen ist und die Untersuchungsergebnisse in südlicher, bzw. östlicher Richtung befriedigend ausfielen, so war kein Grund vorhanden, die zeitraubenden Untersuchungen auch noch weiter auszudehnen. Nur beim Begehen wurde die Gegend zwischen Pegau und Bornä bis nördlich zum Versuchsfelde besichtigt, wo die Messungen begannen.

Sichtbare Grundwasserströme, also Quellen von irgend welcher Bedeutung, waren nirgends zu finden, dagegen die Vorbedingungen für Existenz nicht sichtbarer Läufe öfters vorhanden.

## V. Gewinnungs- und Versorgungs-Projecte.

Es kann sich auf Grund der vorstehenden Auseinandersetzungen nur darum handeln, die Vortheile oder Nachtheile des einen oder des andern Projectes in allgemeinen Grundzügen zu besprechen; das Eintreten auf Einzelheiten ist Sache eines Detailprojectes und liegt ausserhalb der Grenzen eines Vorprojectes.

Es liegen drei Projecte vor:

- a) die Vermehrung der Leistungsfähigkeit der bestehenden Anlage,
- b) Versorgung aus dem Parthethal,
- c) Versorgung vom linken Elsterufer.

Als das zunächstliegende und finanziell im Vordergrund stehende möge zunächst besprochen werden:

### a. Vermehrung der Leistungsfähigkeit der bestehenden Anlage.

Da es der Anlage ja keineswegs an motorischer Kraft, wenigstens innerhalb beschränkter Grenzen, sondern nur an Zuflussmenge gebricht, so handelt es sich zunächst darum, zu untersuchen, ob eine Vermehrung derselben durch Veränderung der bestehenden Wassergewinnungsanlagen zu erzielen ist. Hier kann wiederum aus qualitativen Rücksichten nur der nördliche Sammelkanal in Betracht gezogen werden.

Bekanntlich wird ein Theil des Bezugswassers zuweilen auf dem Wege der künstlichen Filtration gewonnen, und um den Gang der Entnahme aus den Sammelkanälen allein festzustellen, müsste vom Gesamtförderquantum die Ergiebigkeit der künstlichen Filter in Abzug gebracht und zu solchem Zwecke diese bestimmt werden.

Bei der Umständlichkeit des hierzu nöthigen Verfahrens und der Unsicherheit der Beobachtungsgrößen, auf welche sich dieses stützt, liegt die Möglichkeit, ja sogar Wahrscheinlichkeit nahe, falsche Werthe zu erhalten, und deshalb wurde es vorgezogen, nur die Perioden, in denen die Sammelkanäle ausschliesslich in Anspruch genommen wurden, in Betracht zu ziehen. Nichtsdestoweniger wurde die ganze zur Verfügung stehende Rechnung auf Grund der Unterlagen der Stadtwasserkunst geführt, um für einige eminente Fälle, die später besprochen werden, und denen gegenüber etwaige Fehler als verschwindend zu betrachten sind, die nöthigen Anhaltspunkte zu gewinnen.

Die künstlichen Filter waren im Betriebe vom 1. September 1877 bis Mittag den 2. März 1878, also sechs Monate, so dass noch volle sechs Monate in der Beobachtungsperiode, 1. Mai 1877 bis 1. Mai 1878, für die alleinige Wasserentnahme aus den Sammelkanälen verbleiben.

Der nördliche Sammelkanal wird allerdings allein in Betracht gezogen, während die Förderquantitäten doch für beide Sammelkanäle gelten, allein bei der Gleichartigkeit des Bezuges — für beide Kanäle Grundwasser — wird man keinen grossen Fehler begehen, wenn man für die Relation zwischen Bezugsmenge und Wasserstand sich diese durch die Umstände veranlasste Freiheit gestattet.

Der nördliche Kanal wird durch zwei Grundwasserströme versorgt, seine östliche Seite empfängt ein Derivat des Grundwasserstromes der Hochebene, seine westliche gewisse Mengen des Stromes der Niederung. Die Richtungen beider Ströme stehen mehr oder minder normal auf einander. Sowohl durch ältere als jüngere Untersuchungen ist festgestellt, dass es nur eine in Betracht zu ziehende Wasseretage hier giebt, und dass die auf derselben bestimmten Wasserspiegelcoten einen zuverlässigen Anhalt für die Strömungsrichtung geben. Schon früher war ein Querprofil normal zum nördlichen Sammelkanal gelegt, um mit Hilfe von Bohrungen die Wasserspiegelhöhen zu messen, die sich in der Nähe des Kanals unter dem Einfluss der Wasserentnahme herstellen. Diese Beobachtungen sind fortgesetzt und für die Periode 1. Mai 1877 bis 1. Mai 1878 auf Blatt XVa für jeden Monat zweimal an gehöriger Stelle aufgetragen. Am 30. Juni 1877 erreichte der Wasserstand im Sammelkanal sein Minimum, die Depression der benachbarten und beeinflussten Wasserspiegel also ihr Maximum; für einen nahen Zeitpunkt (den 15. August 1877) ist ein Höhenschichtenplan der Wasserspiegel, unter Benützung correspondirender Beobachtung benachbarter und unbeeinflusster Wasserspiegel zur Orientirung auf genanntem Blatte gezeichnet. In einer Entfernung von 611 m östlich vom Sammelkanal und nahezu in der Richtung des Profils wurde Bohrloch XXIX niedergebracht, dessen Wasserspiegel übereinstimmende Ergebnisse mit denjenigen des Brunnens in Sauer's Villa lieferte, und wodurch nachgewiesen wurde, dass der Wasserspiegel des letzteren dem Grundwasserstrome angehört, der von Osten nach Westen den nördlichen Sammelkanal speist. Die Entfernung von 611 m ist im Zusammenhalt mit dem bedeutenden Gefälle von 3,19 m am 30. Juni 1877 auf dieser Strecke so bedeutend, dass ein Einfluss der Wasserentnahme im Sammelkanal auf den Gang des Wasserspiegels des oberhalb liegenden Brunnens nicht mehr gut denkbar ist, und der Gang des Wasserspiegels im Brunnen als derjenige des natürlichen Grundwasserstandes angesehen werden darf. Auf Blatt XVa ist dieser Gang combinirt mit den Schwankungen des Wasserspiegels im Sammelkanal und den Förderquantitäten an den Messungstagen der Spiegel als Diagramm aufgetragen. Mit dem Steigen der Entnahme fällt der Spiegel im Kanal und umgekehrt, ohne dass jedoch die Schwankungen des Brunnens einen Parallelismus mit denjenigen des Kanals aufweisen. Im Monat Juli und August zeigt letzterer ein Steigen, veranlasst durch die fallende Entnahme, und ersterer ein Fallen, veranlasst durch den allgemeinen Rückgang des Grundwasserstandes. Für die Ergiebigkeit des lateralen Grundwasserstromes sind die Beobachtungen im Brunnen maassgebender, als die Entnahme aus dem Kanal.

Bei Betrachtung der 24 Profillinien der Wasserspiegel, auf Blatt XV, findet sich, mit Ausnahme derjenigen des 1. und 15. October 1877, keine einzige, die in ihrem Verlaufe nicht Gefälle nach dem Sammelkanal zeigte, d. h. der Kanal hat während der Dauer der Beobachtungsperiode mit obiger Ausnahme von zwei Seiten, sowohl von der Thal- als Bergseite her, Wasser bezogen. Ein Eintritt des Bergwassers in das Thalwasser hat somit niemals stattgefunden, und mögen die Wasserstände im Sammelkanal noch so variabel gewesen sein, niemals hat sich das Bergwasser dem Eintritt in den Kanal und somit seiner Gewinnung entziehen können.

Da nun ferner die Tiefe des Kanals derart ist, dass die benachbarten natürlichen Grundwasserspiegel des Thalstromes, selbst bei ihrem muthmaasslich tiefsten Stande, höher liegen, als die Kanalsohle, bezw. der im Kanal stattfindende Wasserspiegel, so ist dadurch stets eine Strömung von der Pleissenseite nach dem Kanal hin bedingt, mithin auch eine Strömung im entgegengesetzten Sinne ausgeschlossen. Das Bergwasser kann nicht unter dem Kanal hindurchpassiren und gegen das ankommende Thalwasser fliessen, sondern wird von den Pumpen gefördert, und somit würde durch eine Tieferlegung des Kanals die Ergiebigkeit desselben nicht durch das brauchbare Bergwasser, sondern lediglich durch Mehrgewinn an Thalwasser erhöht. Die Grenze der Depression wird allerdings sowohl nach der Berg- als Thalseite hin hinausgerückt; allein ebenso wenig als die Quantität eines sichtbaren Flusses durch Vermehrung seines Gefälles erhöht wird, ebenso wenig wird es die Ergiebigkeit des unterirdischen Bergstromes durch das gleiche Mittel. Durch grössere Ausdehnung der Depression nach der Pleisse läuft man Gefahr, Wasser in den Bereich des Kanals zu ziehen, welches schon der Eisenzone angehört, und somit das bis dahin brauchbare Wasser des nördlichen Kanals zu verschlechtern.

Mag der laterale Bergstrom eine Mächtigkeit erreichen, welche er wolle, sein ganzes Quantum wird

gewonnen, wenn die Pumpen den Wasserspiegel im Kanal soweit deprimiren, dass er tiefer liegt, als die benachbarten Grundwasserspiegel der Thalseite. Steigt er höher, so hat dies nichts zu bedeuten, denn dann fehlt es nicht am Bezugswasser und dessen Gewinnungsanlagen, sondern an motorischer Kraft.

Wenn auch von nebensächlicher Bedeutung, mögen noch die erwähnten Ausnahmefälle vom 1. und 15. October und die aus ihnen resultirenden Störungen der benachbarten Werthe besprochen werden.

Die Curve vom 15. September zeigt noch einen vollständig normalen Verlauf; in ihrer ganzen Ausdehnung hat sie Gefälle nach dem Kanal hin; diejenige vom 1. October dagegen hat innerhalb der Beobachtungsstationen vom Kanal ab ein Gefälle von 26 cm auf eine Länge von  $\sim 313$  m gegen Osten, also gegen die Bergseite hin. Eine gleiche Tendenz, wenn auch in viel beschränkterer Wirkung, zeigt die Curve vom 15. October, allein sie verfolgt dieselbe Tendenz auch nach Westen hin, so dass sie, vom Kanal ab gerechnet, sowohl nach Osten als nach Westen hin Gefälle aufweist. Letzteres erstreckt sich im Betrage von 5 cm auf eine Länge von  $\sim 150$  m, die wegen einer horizontalen Strecke nicht genau bestimmbar sind. Die Curve vom 1. November zeigt östlich des Kanals wieder den normalen, westlich dagegen einen unregelmässigen Verlauf, denn sie ergibt ein Gefälle von 2 cm auf  $\sim 60$  m gegen die Pleisse hin, folgt also noch der Curve vom 15. October auf dieser Strecke, um weiterhin ein entgegengesetztes Verhalten zu zeigen. Die Curve vom 15. November zeigt noch eine kleine Störung.

Weitere Störungen finden nicht statt.

Am 1. September begann die künstliche Filtration und ihr Einfluss spricht sich sehr deutlich durch den Gang der Wasserspiegel aus. Soweit die Berechnungen über die künstlich filtrirten Mengen zuverlässig sind, wurden am 1. September 7488 cbm filtrirt und 5094 cbm den Kanälen entnommen, gegenüber 12674 cbm, welche dieselben einen Tag vorher lieferten. Gegen Ende August hin war das Terrain vollständig erschöpft, wie schon der Gang der Curve am 15. August zeigt. Anfangs September lieferten die künstliche Filtration und der Untergrund mehr Wasser, als gefördert wurde, und das ausgetrocknete Terrain füllte sich wieder mit Wasser.

Es war die Wasserspiegelleote im Sammelkanal am:

15. August,	3. September,	15. September,	1. October
104,15 m	104,42 m	104,76 m	106,04 m
Differenz: + 0,27 m	+ 0,34 m	+ 1,28 m	

Die entsprechenden Coten in Sauer's Brunnen, die den natürlichen Gang des Grundwasserspiegels repräsentiren, waren dagegen:

107,34 m,	107,41 m,	107,44 m,	107,40 m
Differenz: + 0,07 m	+ 0,03 m	— 0,04 m	

Es ist somit kein Zweifel, dass Wasser aus dem nördlichen Kanal in das umliegende Terrain eindrang und dies beweist, oder, wenn man will, erklärt befriedigend den Gang der Curven vom 15. October mit ihrem beiderseits vom Kanale abfallenden Verlaufe.

Wenn für die Zwischenzeiten dasselbe gilt, wie für die Beobachtungstage, so erhielt vom 1.—15. October der nördliche Kanal gar kein Wasser von der Bergseite her; nach dieser Richtung erfolgte eine Stauung des Bergstromes bis auf 313 m östlich vom Kanal, welche jeden Falls ein seitliches Abfliessen desselben ausserhalb der Wirkung des Kanals nach Norden hin zur Folge hatte. Gegen das Ende dieser Periode erhielt der Kanal weder von der einen, noch andern Seite her Wasser, im Gegentheil, er gab solches nach beiden Seiten hin in den Untergrund ab. Es wurden nämlich am 15. October 9216 cbm filtrirt und nur 1615 cbm den Kanälen entnommen und somit erklärt sich, wenn auch kein allgemeiner Uebergang von Wasser aus den Kanälen in den Untergrund stattfinden konnte, die lokale Erscheinung einer Ueberschwemmung des Untergrundes von den Kanälen aus.

Vom 1. bis 15. November erhielt der Kanal nur von der Bergseite her nicht allein ausschliesslich sein Wasser, sondern die Pumpen waren sogar nicht im Stande, das in der vorhergegangenen Periode angestaute Bergwasser zu fördern, so dass sich dessen Strömung in das Thalwasser hinein erstreckte, also auch westlich vom Kanal eine solche nach der Pleisse hin stattfand. Nichtsdestoweniger blieb auch hier das Wasser im Bereich des Kanals, denn durch Nachlassen der künstlichen Filtration und des Stauens des Bergwassers, sowie der Pumpenwirkung, gewann das Thalwasser wieder das Uebergewicht und drängte das über den Kanal hinweg passirte Bergwasser wieder schliesslich in dessen Bereich zurück, so dass in der ganzen betrachteten Periode, mit Ausnahme des etwa seitlich, d. h. in der Längenrichtung des Kanals nach Norden hin abgeflossenen Wassers, kein Bergwasser für den Kanal verloren ging. Die Periode vom 15. October zum 1. November war eine Uebergangsperiode zwischen den einander entgegengesetzten Bewegungszuständen der beiden extremen Perioden. Anfang December war der gewöhnliche Zustand, durch eine allgemeine

Depression des Wasserspiegels im Kanal veranlasst, wieder hergestellt. Bemerkenswert muss hier werden, dass all die beschriebenen Vorgänge nur in der Profillinie stattfanden, und durchaus nicht nothwendig ist, dass sie sich in demselben Sinne oder gar derselben Intensität auf der Länge des ganzen nördlichen Kanals wiederholten. Da die künstlich filtrirte Menge stets kleiner als das totale Förderquantum war, so müssen im Allgemeinen die Sammelkanäle noch Wasser abgegeben haben. Da der natürliche ungestörte Grundwasserspiegel des nördlichen Kanals tiefer als derjenige des südlichen liegt, und die Reibungswiderstände im Kanal selbst unbedeutend sind, so musste sich diese Ueberschwemmung des Untergrundes naturgemäss auch im nördlichen Kanal zuerst zeigen, während der südliche Kanal noch Untergrundwasser empfangen konnte.

Wenn man diese Erscheinungen an und für sich betrachtet, so wird es nicht schwer fallen, zahlreiche Analogien in den Bewegungserscheinungen sichtbarer Wasserläufe an der Mündung der einen in die anderen zu finden. Diese nicht ganz hierher gehörige Abschweifung hatte nur den Zweck, zu erläutern, dass, so lange in der Depressionscurve der Thalseite auch nur ein Element enthalten ist, dessen Tangente Gefälle nach dem Kanal hin zeigt, kein Bergwasser dem Kanal verloren gehen kann, selbst wenn es diesen schon passiert hat, unter der Bedingung, dass später eine hinreichende Depression im Kanal eintritt.

Dies wird im vorliegenden Falle, so lange der Wasserbedarf gross ist, stets so sein; eine Tieferlegung des Sammelkanales ist nicht nothwendig, weil sie keine Verbesserung schafft, und die Bezugsorte für Mehrbedarf an Wasser müssen räumlich von der gegenwärtigen Pumpstation entfernt gesucht werden. Auf ein wiederholtes analoges Vorkommen lateraler Derivate des Stromes der Hochebene, wie das eben betrachtete, ist, wie schon erwähnt, nicht zu rechnen.

Wollte man es wagen, sich mit der Depressionsgrenze noch mehr der Eisenzone zu nähern, also von der Thalseite her noch mehr Wasser zu beziehen, so würde dies mit weniger Risiko durch Verlängerung des Kanals nach Westen hin erfolgen. Um Missverständnissen vorzubeugen, sei noch erwähnt, dass die besprochenen Bewegungserscheinungen nur für den Fall gelten, dass sich ein lateraler Strom mit einem longitudinalen vereinigt, und Sammelkanäle benützt werden; handelt es sich darum, nur einen einzigen Strom für Gewinnung zu benützen und kommen gar Sammelbrunnen in Anwendung, so liegen die Verhältnisse wesentlich anders.

In Folge der Qualität des Wassers am südlichen Kanal waren die Vorbedingungen für dessen Anlage nie gegeben; diejenigen, welche die Erbauung des nördlichen Kanals, also die ganze Situation des Wasserwerkes bedingten, und zwar damals in rationeller Weise, hören nach und nach auf zu existiren. Durch die zunehmende Bebauung des südlichen Theiles der Umgebung der Stadt wird auf die Qualität des Wassers, welches vorzugsweise den nördlichen Kanal speist, derselbe Einfluss ausgeübt werden, dessen Wirkung die Brunnen in bebauten Stadttheilen in bekannter Weise zeigen.

Dies ist nur eine Frage der Zeit, und der Verfasser kommt zu dem Resultate, dass nach dieser Zeit es keine andere Existenzberechtigung für die Pumpstation an ihrem gegenwärtigen Platze giebt, als den Umstand, dass sie eben da ist.

## b. Versorgung aus dem Parthethale.

Ebenso wie man die Wassermenge eines Flusses messen kann, ohne dessen Entstehung und die Grösse und Beschaffenheit seines Niederschlagsgebietes zu kennen, sondern nur durch Benützung eines einzigen Durchflussprofils, ebenso ist mit Hilfe eines Versuchsbrunnens die Ergiebigkeit eines Terrains zu bestimmen, ohne nöthig zu haben, den Grundwasserstrom rückwärts bis zu seinem Ursprung zu verfolgen. Die einzig zu berücksichtigende Variable ist die Schwankung des Grundwasserstandes am in Betracht gezogenen Orte und diese ist, wie schon erwähnt, in ihren Grenzen sehr annähernd festzustellen. Wäre es möglich, die Durchlässigkeit des Terrains durch eine andere Methode, als den Betrieb eines Versuchsbrunnens, zu bestimmen, so könnte sogar dieser in Wegfall kommen. Es soll nicht geleugnet werden, dass die Kenntniss der Genesis des Grundwasserstromes die Gesichtspunkte erweitert, die beurtheilende Kraft erhöht und die Entscheidung für Dispositionen erleichtert, allein unbedingt nöthig für das Gelingen ist sie nicht.

Es giebt zwei Methoden Grundwasser zu fassen, entweder stellt man gewöhnliche verticale Schachtbrunnen her, von denen jeder individuell wirkt und deren gegenseitige Entfernung so bemessen ist, dass der eine den andern gar nicht, oder doch nur unwesentlich beeinflusst, oder man verbindet die einzelnen Brunnen, die als solche dann ihre Bedeutung vollständig verlieren, durch eine durchlässige Rohrfahrt oder Filtergalerie, der man in neuerer Zeit den Namen: „horizontale Brunnen“ beigelegt hat, die jedoch im Gegensatz zum Schachtbrunnen passender „Stollenbrunnen“ heissen. Diese Filtergalerie liegt selbstverständlich unter dem Wasserspiegel, der durch die Wirksamkeit der Wasserentnahme künstlich erzeugt wird, und wirkt

in ihrer ganzen Länge entwässernd. Wird bei der Schachtbrunnenanlage die gegenseitige Entfernung der einzelnen Brunnen sehr gering angenommen, so beeinflusst zwar einer den andern, die Ergiebigkeit der ganzen Anlage wird aber erhöht, und die Wirkungsweise derjenigen der Filtergalerie näher gebracht.

Der Schachtbrunnen erzeugt eine Depression des Wasserstandes in der Umgebung des Brunnens, die einer Trichterfläche gleicht, welche man sich durch Drehung der mittlern Depressionscurve um die verticale Brunnenachse entstanden denken kann. Die Filtergalerie wirkt an ihren beiden Extremitäten je wie ein halber Schachtbrunnen und erzeugt zwischen diesen beiden in der Umgebung eine Depression, die einer Cylinderfläche gleicht, welche durch geradliniges Fortschieben der Depressionscurve parallel zur horizontalen Achse der Galerie entsteht.

Jede der beiden Fassungsverfahren hat ihre Vorzüge; die Wirkung der Galerie ist durchgreifender als die des Brunnens, dagegen ist erstere in der Anlage viel theurer. Befindet man sich in einem wasserreichen Terrain, welches man nicht bis zum letzten Tropfen auszunützen gezwungen ist, dann wird aus finanzieller Rücksicht die Anlage von Schachtbrunnen den Vorzug verdienen; ist man dagegen in der zu erwartenden Quantität beschränkt, so ist die Anlage der Filtergalerie am Platz.

Hat die Fassung in bedeutender Tiefe unter Terrain zu geschehen, sind also die das Grundwasser überlagernden wasserlosen Schichten von grosser Mächtigkeit, und ist Tagebau nicht mehr angemessen, sondern Stollenbetrieb vortheilhafter, so wird aus Ausführungsrücksichten der Anlage von Filtergalerien der Vorzug zu geben sein, dies jedoch nur innerhalb sehr enger Grenzen.

Welcher Methode der Wasserfassung der Vorzug hier zu geben sein wird, kann nur der Betrieb eines, eventuell zweier Versuchsbrunnen lehren, ebenso wie er Auskunft über die beste Entfernung der Fassung von der Partheniederung giebt. Diese führt eisenhaltiges Wasser, und sind die Anordnungen einer zukünftigen Wasserfassung so zu treffen, dass die von der Höhe kommenden reinen Ströme vollständig ausgenützt werden, ohne dass das Wasser der Niederung in die Brunnen eintritt. Ausserhalb des Ueberschwemmungsgebietes kommen die Bauten unter allen Umständen zu liegen.

Es sollen zunächst 30 000 cbm per Tag oder rund 350 Liter per Secunde nachgewiesen und beschafft werden und zwar nach den im vorstehenden Abschnitt entwickelten Gründen in ihrer Totalität und ohne Rücksicht auf die Leistung des bestehenden Werkes.

Voraussichtlich wird sich hier die Fassung mittelst Schachtbrunnen am besten eignen, da vielleicht eine sehr intensive Ausnützung des Terrains nicht nöthig sein wird, und werden hierzu 7 Brunnen genügen, deren gegenseitige Entfernung mit etwa 200—250 m zu bemessen sein wird, so dass ein Terrainstreifen von 1200 m bis 1500 m Länge — Entfernung der beiden Flügelbrunnen — genügen würde, um durch seine Entwässerung das gewünschte Resultat zu erreichen. Die ganze zur Verfügung stehende Länge beträgt ohngefähr das Vierfache.

Wie schon nachgewiesen, ist die bestehende Pumpstation maschinell so entwickelt, dass sie 21 000 bis 23 000 cbm per Tag zu heben im Stande ist. Es wäre demnach nur der Mehrbedarf an Arbeit für Hebung von  $\sim 10\,000$  cbm zu beschaffen, also etwa noch die Hälfte der Leistung des bestehenden Werkes.

Es liegen aber nun leider künftiger Bezugsort und bestehende Pumpstation weit von einander entfernt, und es ist die Frage zu beantworten, was billiger und besser ist: entweder soviel Wasser von der neuen Bezugsquelle nach der alten Pumpstation zu schaffen, als dort gehoben werden kann, oder die alte Pumpstation abzubauen und am neuen Bezugsort neu aufzubauen.

Im letzteren Falle wäre zunächst eine Anlage mit einer motorischen Leistung für 10 000 cbm per Tag am neuen Bezugsort zu errichten und in Betrieb zu setzen, und dann entweder zuerst die bestehenden Cornwaller Maschinen zu transferiren und betriebsfähig zu machen und dann die Woolf'schen, oder umgekehrt.

So lange der nördliche Kanal nach Abschluss des südlichen noch brauchbares Wasser liefert, kann selbstredend eine Maschinengruppe am alten Platze verbleiben.

Dies wäre das rationellste und billigste Verfahren, denn erwägt man die andere genannte Methode, so kommt man zu folgendem Resultat.

Neuer Bezugsort und bestehende Anlage sind mindestens 8000 m von einander entfernt, je nach dem Tract der Verbindungsleitung. Die muthmaassliche Cote der zukünftigen Wasserfassung ist keinesfalls höher, als 108,3 m. Das Terrain an der bestehenden Pumpstation hat die gleiche Cote. Rechnet man für Gefälle 0,5 per Mille und einen Durchmesser von  $\sim 1$  m für die Rohrleitung, so wäre unter der gar nicht zutreffenden günstigen Voraussetzung einer für den Tract der Leitung benutzbaren Terrainhorizontalen 108 m, ein Terraineinschnitt von 5 m Tiefe an der Pumpstation nothwendig, um das im Parthethale gefasste Wasser mit natürlichem Gefälle nach der Pumpstation zu schaffen. Dieser Einschnitt verläuft rückwärts auf 2,5 m nothwendiger Grabentiefe, proportional der durchlaufenen Länge.

Ausnahmslos wäre die Leitung in die Grundwässer des Parthe- und Pleissethales zu legen. Aus diesen Gründen ist es nothwendig, das Wasser im Parthethale soweit mittelst Maschinen zu heben, dass es unter Vermeidung dieser Schwierigkeit nach der Pumpstation gelangt. Um schliesslich im Hochreservoir anzukommen, hat das Wasser dann einen Weg von  $8000\text{ m} + 3500\text{ m} = 11\,500\text{ m}$  zurückzulegen. Bei directem Wege nach dem Hochreservoir über Schönefeld, Neusellerhausen, Crottendorf beträgt die Strecke  $6500\text{ m}$ , von demselben Ausgangspunkt gemessen, für welchen sich obige  $8000\text{ m}$  ergaben. Der Umweg beträgt  $5000\text{ m}$ . Zu transportiren sind:  $q \sim 0,350\text{ cbm}$  per Sekunde. Damit die Ausgaben für Maschinen, deren Betrieb und Unterhaltung plus den Ausgaben für die Rohrleitung ein Minimum werden, muss der Durchmesser der Verbindungsleitung angenähert betragen:  $D = 1,60 \sqrt[3]{q} = 0,946 \sim 0,95\text{ m}$ .

Die Ausgabe für genannten Umweg von  $5000\text{ m}$  beläuft sich auf  $\sim 530\,000\text{ Mark}$ . —

Der Umstand, dass die Steigeleitungen, Pumpstation-Hochreservoir, schon liegen, spielt bei dieser Rechnung keine Rolle, denn, ob gelegt oder nicht, sie repräsentiren, abgesehen von den eventuellen Umlegekosten und Preisschwankungen, denselben Rechnungswerth.

Zu genannter Summe treten noch die Anlagekosten für maschinelle Anlage behufs Hebung des Wassers um etwa  $5\text{ m}$ , die Betriebskosten dagegen für den Zweck des Vergleiches nicht. Aus dieser einfachen Betrachtung ergeben sich Summen, für deren aliquoten Theil schon sich die Verlegung der Pumpstation vollziehen lässt, und diese verdient, abgesehen von den technischen Vortheilen der Anlage und der Einfachheit des Betriebs, also auch vom finanziellen Standpunkte aus, den Vorzug.

Bei vollständigem Ausbau der neuen und Aufgeben der alten Anlage werden mithin drei Maschinengruppen sich bilden; zwei, die schon vorhanden, und eine neue. Ob diese Gruppen räumlich zu vereinigen oder örtlich zu trennen sind, kann jetzt noch nicht entschieden werden.

Nachdem die technisch-mechanische Seite dieser Versorgungsvariante in ihren Grundzügen besprochen möge die ebenso wichtige Frage nach chemischer Beschaffenheit und Temperatur des Wassers behandelt werden.

Um durch die chemische Analyse sofort festzustellen, ob ein weiteres Vorgehen in der angenommenen Richtung durch den Ausfall der Untersuchung gerechtfertigt sei, wurden während der Erhebungsarbeiten zahlreiche Wasserproben aus dem speciell ins Auge gefassten Terrain entnommen.

Diese vorläufigen, von Herrn Professor Dr. Hofmann ausgeführten Untersuchungen lieferten Resultate, die durchaus ermuthigend waren und den weitem Verfolg der Messungen und Bohrungen veranlassten. Es wurden der Analyse unterworfen die Wasser aus den Bohrungen XXVII, XXVIII, XXXIV und XXXV, und dabei von genanntem Herrn Analytiker folgende Ergebnisse constatirt.

„Wasser aus den Bohrlöchern XXVII, XXVIII, XXXIV und XXXV.“

„Wasser aus den Bohrlöchern XXVII, XXVIII und XXXIV enthalten etwas Trübung durch Bohrschlamm, XXXV sehr wenig. Die Analysen wurden in dem durch Stehen geklärten Wasser ausgeführt.

„Zur Schwefelsäure-, Kalk- und Magnesiabestimmung wurde je ein Liter Wasser auf ein kleines Volumen eingedampft, und die Analysen nach dem bekannten gewichtsanalytischen Verfahren bestimmt.

„Das Chlor, als Kochsalz in Rechnung gebracht, wurde mittelst Silberlösung von bekanntem Gehalte titirt.

Bohrloch Nr. XXVII

in der Kiesgrube nordöstlich Schönefeld.

Cote Grubenrand  $116,4\text{ m}$ , Grubensohle  $111,95\text{ m}$ . Unfiltrirt geschöpft den 28. December 1877. Wasserspiegelcote  $111,35\text{ m}$ . Wasserspiegel unter Terrain  $0,60\text{ m}$ .

Feste Theile bei $100^\circ\text{ C}$ .	$0,287\text{ gr}$ im Liter	(Kohlensaurer Kalk . . . . .)	$0,1821\text{ gr}$ im Liter)
Kochsalz . . . . .	$0,024\text{ - - -}$	Magnesia . . . . .	$0,0084\text{ - - -}$
Kalk (Ca O) . . . . .	$0,1021\text{ - - -}$		

Das Wasser enthielt minimale Spuren von Salpetersäure, keine salpetrige Säure und Ammoniak. Beim Abdampfen hinterblieben viele braune Flocken von Huminstoffen.

Bohrloch Nr. XXVIII

in der Sandgrube nordöstlich Abtnaundorf.

Cote Grubenrand  $112,0\text{ m}$ , Grubensohle  $110,35\text{ m}$ . Unfiltrirt geschöpft den 29. December 1877. Wasserspiegelcote  $109,59\text{ m}$ , Wasserspiegel unter Terrain  $0,76\text{ m}$ .

Feste Theile bei $100^\circ\text{ C}$ .	$0,183\text{ gr}$ im Liter	Schwefelsäure . . . . .	$0,0438\text{ gr}$ im Liter.
Kochsalz . . . . .	$0,024\text{ - - -}$		

Beim Abdampfen schieden sich sehr viele Huminstoffe aus.

Bohrloch Nr. XXXIV

an der Strasse von Schönefeld nach Neutzsch.

Terrain-Cote 113,98 m. Unfiltrirt geschöpft den 3. Januar 1878. Wasserspiegelscote 110,49 m.  
Wasserstand unter Terrain 3,5 m.

Feste Theile . . . . .	0,218 gr im Liter	Schwefelsäure . . . . .	0,0285 gr im Liter
Kochsalz . . . . .	0,015 - - -	Magnesia . . . . .	0,0066 - - -
Kalk (Ca O) . . . . .	0,0868 - - -		

Der Abdampfungsrückstand eines Liter Wasser sehr weiss, keine Spuren von Huminstoffen. Minimale Spuren von Salpetersäure, keine salpetrige Säure und Ammoniak.

Bohrloch Nr. XXXV

in der Partheniederung zwischen Mockau und Abnaundorf.

Terraincote 109,41 m. Unfiltrirt geschöpft A: den 29. December 1877; B: den 4. Jan. 1878. —  
Wasserspiegelscote A: 109,14 m; B: 109,27 m. Wasserstand unter Terrain A: 0,38 m; B: 0,25 m.

	A.	B.
Feste Theile pro Liter . . . . .	0,218 gr,	0,205 gr,
Kochsalz . . . . .	0,012 -	0,012 -

Beim Abdampfen schieden sich braune Flocken aus. —

Die Bohrungen XXXIV und XXVIII liegen nahezu in derselben Grundwasserströmung, so dass das Wasser aus Bohrung XXVIII, als dem tiefer liegenden Grundwasserspiegel angehörig, dieselbe chemische Zusammensetzung zeigen sollte, wie das der Bohrung XXXIV. — Dies ist nun nicht der Fall und einfach dadurch zu erklären, dass die Mächtigkeit der den Grundwasserspiegel überlagernden Schichten von 3,5 m auf 0,76 m abnimmt. Der Einfluss dieses Umstandes zeigt sich am deutlichsten an der Beschaffenheit des Abdampfungsrückstandes; derjenige der Bohrung mit hoher Ueberlagerung war sehr weiss und zeigte keine Spur von Huminstoffen, im Gegensatz zu demjenigen der Bohrung mit geringer Ueberlagerung mit vielen Huminstoffen. Wie zu erwarten, war letzteres Verhalten auch dem Wasser aus Bohrung XXVII und XXXV eigenthümlich. Wenn auch Bohrung XXVII weit ausserhalb der Partheniederung liegt, so ist die Kiesgrube, in der es niedergebracht ist, bis auf den natürlichen Grundwasserspiegel in grosser Ausdehnung abgebaut und damit die Veranlassung zu dem besprochenen Verhalten gegeben; Bohrung XXXV liegt mitten in der Partheniederung, in welcher in den meisten Fällen der Grundwasserspiegel in Terrainhöhe liegt. Aus diesem Verhalten sind bei einer zukünftigen Wasserfassung die nöthigen Directiven abzuleiten, bezw. Vorsichtsmaassregeln zu befolgen.

Im Verfolg der Arbeiten wurden Wasserproben in grösserer Anzahl und an räumlich entfernten Bezugsorten gewonnen und analytisch untersucht. Es befinden sich darunter sehr viele Wässer, auf deren Benützung von vornherein nicht gerechnet wurde, und deren chemischer Befund nur dazu dienen sollte, weitere Gesichtspunkte in demselben Sinne zu erschliessen, wie es etwa beim Verfolg der Grundwasserhorizontalen im mechanischen Sinne der Fall ist. Die Bezugsorte sind sowohl die Dorfbrunnen, die schon seit langer Zeit in Benützung sind, als auch neu ausgeführte Bohrungen und geschlagene Nortons.

Von jedem in Betracht gezogenen Dorfe wurden sämmtliche Brunnen zunächst auf Chlor untersucht und derjenige Brunnen zur specielleren Untersuchung benutzt, welcher als der relativ beste sich herausstellte. Diese Brunnen standen unter dem erkennbaren Einflusse der unmittelbar angrenzenden Wohnungen und Oekonomiegebäude.

Besser als das relativ beste dieser Dorfbrunnenwässer musste natürlicher Weise das Grundwasser sein, welches unbeeinflusst diese Brunnen speist und dem Strom angehört, auf dessen theilweise Gewinnung für eine zukünftige Wasserversorgung man rechnet. Während das Wasser aus den benützten Brunnen bei der Entnahme sofort in voller Klarheit gewonnen wurde, war dies bei den frischgeschlagenen Norton'schen Röhren nicht, und noch weniger bei den Bohrungen der Fall.

Namentlich war die Entnahme aus den feinkörnigen, mit Lehm und Thon durchsetzten Bodenschichten fast stets mit einer Trübung des Wassers verbunden. Eine energische Entnahme, wie sie bei den grossen Eintrittsflächen eines Versuchsbrunnens möglich ist und in ganz kurzer Zeit zur vollen Klarheit des Wassers führt, war bei den relativ sehr kleinen Eintrittsflächen einer Bohrung gar nicht durchführbar, und wurde deshalb das Wasser, wenn ein längeres Auspumpen nicht zum gewünschten Ziele führte, sofort nach der Entnahme an Ort und Stelle direct filtrirt.

Dieses Verhalten ist jedem Untergrunde eigenthümlich, dessen Korngrösse unter eine bestimmte

Grenze sinkt, während im kiesigen Untergrunde, namentlich bei Abwesenheit von lehmartigen Ablagerungen, nach ganz kurzem Pumpen sich Wasser von gewünschter Klarheit gewinnen lässt.

Die natürliche Geschwindigkeit des Grundwassers ist so klein, dass durch sie keine Ortsveränderung der Bestandtheile des Untergrundes und damit keine Trübung des Wassers veranlasst wird; erzeugt man durch künstliche Entnahme eine höhere Geschwindigkeit, so wird die Gleichgewichtslage der Bestandtheile der Bodenschichten gestört und damit eine Trübung des Wassers hervorgerufen. —

Die Ergebnisse der Analysen sind nach Herrn Professor Dr. Hofmann die folgenden:

„Analysen von Wasserproben aus dem Parthe-Thale.“

„Die Untersuchungen erstreckten sich:

- 1) Auf die Menge der festen Bestandtheile, wozu 200 ccm bei 100° C. getrocknet wurden.
- 2) Auf die Menge des vorhandenen Chlors, resp. Kochsalzes.
- 3) Auf die Menge des Kalkes, der Magnesia und Schwefelsäure, wozu für jede Bestimmung (Kalk und Magnesia, sowie Schwefelsäure) ein Liter eingedampft und gewichtsanalytisch die Bestandtheile bestimmt wurden.
- 4) Auf Eisensalze.
- 5) Auf Huminstoffe durch Bräunung des Abdampfrückstandes von einem Liter Wasser.
- 6) Qualitativ auf Salpetersäure, salpetrige Säure, Ammoniak.
- 7) Auf etwaiges Sedimentiren.“

Proben vom linken Partheufer.

1) Bohrloch XXVII

in der Kiesgrube nordöstlich Schönefeld.

Hohe Lage, Cote Grubenrand 116,4, Cote Grubensohle 111,95 m. — Unfiltrirt geschöpft den 26. December 1877. Wasserspiegel unter Terrain 0,60 m, Wasserspiegelcote 111,35 m.

1 Liter = 0,287 gr feste Theile,  
0,024 - Kochsalz.

Filtrirt geschöpft den 20. Februar 1878. Wasserspiegel unter Terrain 0,60 m. Wasserspiegelcote 111,35 m.

1 Liter = 0,470 gr feste Theile	1 Liter = 0,0088 gr Magnesia (Mg O)
0,024 - Kochsalz	0,0475 - Schwefelsäure (S O <sub>3</sub> ).
0,1255 - Kalk (Ca O)	

Scheidet, bis zum 2. April an der Sonne stehend, Nichts aus.

Minimale Spuren von salpetriger Säure; keine Ammoniakreaction mit Nessler'schem Reagens, keine Salpetersäurereaction. Spur Bräunung des Abdampfrückstandes.

2) Bohrloch XXVIII

in der Sandgrube nordöstlich Abtnaundorf.

Mittellage an der Böschung, Cote Grubenrand 112,0, Cote Grubensohle 110,35 m. — Unfiltrirt geschöpft den 29. December 1877. Wasserstand unter Terrain 0,76 m, Wasserspiegelcote 109,59.

1 Liter = 0,1830 gr feste Theile,  
0,0240 - Kochsalz.

Filtrirt geschöpft den 18. Februar 1878. Wasserstand unter Terrain 0,61 m. Wasserspiegelcote 109,74 m.

1 Liter = 0,3310 gr feste Theile	1 Liter = 0,0083 gr Magnesia
0,0210 - Kochsalz	0,0519 - Schwefelsäure.
0,0550 - Kalk	

Schied, bis zum 2. April stehend, Nichts aus. Der qualitative Befund wie oben bei Bohrloch XXVII.

3) Bohrloch XXXIII

zwischen Schönefeld und Abtnaundorf.

An der Böschung, Mittellage; Terrainscote 111,81 m. — Filtrirt geschöpft den 25. Februar 1878. Wasserstand unter Terrain 1,83, Wasserspiegelcote 110,06 m.

1 Liter = 0,392 gr feste Theile  
0,0210 - Kochsalz  
0,1035 - Kalk

1 Liter = ? gr Magnesia  
0,0379 - Schwefelsäure.

Scheidet beim Stehen Nichts aus bis 2. April. Sehr geringe Bräunung des Abdampfückstandes eines Liters.

#### 4) Bohrloch XXXIV

an der Strasse von Schönefeld nach Neutzsch, nordöstlich Abtnaundorf.

Hohe Lage, Terraincote 113,98 m. — Unfiltrirt geschöpft den 3. Januar 1878. Wasserstand unter Terrain 3,50, Wasserspiegelcote 110,49.

1 Liter = 0,218 gr feste Theile,  
0,0150 - Kochsalz.

Filtrirt geschöpft den 13. Februar 1878. Wasserstand unter Terrain 3,61, Wasserspiegelcote 110,38 m.

1 Liter = 0,372 gr feste Theile  
0,0210 - Kochsalz  
0,0855 - Kalk

1 Liter = 0,0069 gr Magnesia,  
1 Liter = 0,0389 - Schwefelsäure.

Scheidet bis zum 2. April Nichts aus.

Abdampfückstand sehr rein und weiss. Keine qualitative Reaction auf Salpetersäure und salpetrige Säure, Spuren von Ammoniak.

#### 5) Schönefeld

Gemeindebrunnen der Leipzigerstrasse.

Hohe Lage, Terraincote ~ 115,0. — Geschöpft den 20. März 1878. Wasserstand nicht messbar. Wasserspiegelcote ~ 112,5 m.

1 Liter = 0,330 gr feste Theile  
0,039 - Kochsalz  
0,1683 - Kalk

1 Liter = 0,0110 gr Magnesia  
0,0586 - Schwefelsäure.

#### 6) Abtnaundorf

Haus Nr. 33 (Blatt V, Nr. 9).

Hohe Lage, Terraincote 118,3, Sohlencote 109,5 m. — Geschöpft den 20. März 1878. Wasserstand unter Terrain 8,0, Wasserspiegelcote 110,3 m.

1 Liter = 0,372 gr feste Theile  
0,039 - Kochsalz  
0,1640 - Kalk

1 Liter = 0,0077 gr Magnesia  
0,0404 - Schwefelsäure.

#### 7) Neutzsch

Haus Nr. 52 (Blatt V, Nr. 18).

Mittellage an der Böschung, Terraincote 112,6, Sohlencote 109,9 m. — Geschöpft am 19. März 1878. Wasserstand unter Terrain 1,6, Wasserspiegelcote 111,0 m.

1 Liter = 0,425 gr feste Theile  
0,0570 - Kochsalz  
0,1374 - Kalk

1 Liter = 0,0207 gr Magnesia  
0,0575 - Schwefelsäure.

#### 8) Cleuden

Haus Nr. 12b (Blatt V, Nr. 23).

Hohe Lage, Terraincote 117,8, Sohlencote 111,3 m. — Geschöpft den 19. März 1878. Wasserstand unter Terrain 5,8, Wasserspiegelcote 112,0 m.

1 Liter = 0,342 gr feste Theile,  
0,027 - Kochsalz.

#### 9) Bohrloch XXXVIII

dicht unterhalb Neutzsch an der Böschung.

Mittellage, Terraincote 110,32 m. — Filtrirt geschöpft den 28. Februar 1878. Wasserstand unter Terrain 0,40, Wasserspiegelcote 109,92 m.

1 Liter = 0,5135 gr feste Theile  
0,0180 - Kochsalz  
0,0940 - Kalk

1 Liter = 0,0083 gr Magnesia  
0,0132 - Schwefelsäure.

Nimmt nach einigem Stehen weisse Trübung an, die sich durch Oxydation in den rothen Niederschlag des Eisenoxydhydrats verwandelt.

Abdampfrückstand enthält Eisen (geringe Mengen). Das frische Wasser giebt Eisenreaction.

Filtrirt geschöpft den 25. März 1878. Wasserstand unter Terrain 0,26, Wasserspiegelcote 110,06 m.

1 Liter = 0,253 gr feste Theile  
0,0150 - Kochsalz.

10) Norton

nördlich von Bohrloch Nr. XXXVIII.

Filtrirt geschöpft den 25. März 1878. Wasserstand unter Terrain 0,20, Wasserspiegelcote 109,9 m.

1 Liter = 0,210 gr feste Theile  
0,015 - Kochsalz.

11) Norton

südlich von Bohrloch Nr. XXXVIII.

Filtrirt geschöpft den 25. März 1878. Wasserstand unter Terrain 0,36, Wasserspiegelcote 109,9 m.

1 Liter = 0,220 gr feste Theile  
0,018 - Kochsalz.

**Proben vom rechten Partheufer.**

12) Bohrloch Nr. XXXIX

oberhalb Mockau an der Böschung.

Mittellage, Terraincote 112,83 m. — Filtrirt geschöpft den 27. Februar 1878. Wasserstand unter Terrain 0,50, Wasserspiegelcote 112,48 m.

1 Liter = 0,616 gr feste Theile  
0,018 - Kochsalz.

Giebt starke Eisenreaction, scheidet gelbes Eisenoxydhydrat beim Stehen aus.

Filtrirt geschöpft den 11. März 1878. Wasserstand unter Terrain 0,26, Wasserspiegelcote 112,75 m.

1 Liter = 0,280 gr feste Theile  
0,015 - Kochsalz.

Etwas geringe Eisenreaction. —

Die Ergebnisse für Bohrung XXXVIII und XXXIX zeigen deutlich die Verschiedenartigkeit zwischen der Beschaffenheit von Tiefenwasser unter Spannung und dem der höher gelegenen Etage mit freier Oberfläche, von deren mechanischen Unterschieden schon früher die Rede war. Wenn auch das Wasser der Proben vom 27. und 28. Februar aus ersterer Bohrung XXXVIII nicht direct aus der tieferen Etage entnommen war, so hatte der Erguss aus dieser in die obere Etage bei Durchbohrung der beide trennenden Thon- bzw. Braunkoalene Etage das Wasser der oberen Etage durch Tiefenwasser verdrängt und ersetzt.

Nachdem durch Ziehen der Futterröhren der Bohrung die Communication der Etagen durch den Einsturz der Bohrung, wenn auch nicht vollständig, unterbrochen wurde, zeigte die obere Etage bald eine qualitative Aenderung ihres Wassers.

Die Summe der festen Rückstände sank von 0,513 gr per Liter auf 0,253 gr. Dass diese Erscheinung nur lokal war, zeigten zwei nördlich und südlich von Bohrung XXXVIII in Entfernung von je ca. 40 m. bei 4—5 Meter Tiefe unter Terrain zur Controle geschlagene Norton'sche Röhren, die bei einem für alle Zustände nahezu übereinstimmenden Kochsalzgehalt von 0,015 bis 0,018 gr an festen Rückständen 0,210 bzw. 0,220 gr ergaben.

Für die Leipziger Verhältnisse am meisten bemerkenswerth ist der bedeutende Gehalt an löslichen Eisensalzen der tieferen Etage im Gegensatz zur höheren. Neben dem hohen Rückstandsgehalt zeigte das Tiefenwasser die bekannten Trübungserscheinungen, während das Wasser der südlich davon ausserhalb der Inundationsgrenze belegenen Norton'schen Röhre vollständig klar blieb, ebenso wie das später über dem theilweise eingestürzten Bohrloch XXXVIII entnommene. Die nördlich gelegene Norton'sche Röhre fiel in

das Inundationsgebiet und zeigte ihr Wasser aus diesem Grunde nach eigener Beobachtung einen geringen röthlichen Niederschlag.

Das gesammte chemische Verhalten des Tiefenwassers lässt mit vieler Sicherheit den Schluss ziehen, dass von einer kräftigen Grundwasserströmung in der zugehörigen Etage nicht wohl die Rede sein kann, Die deckenden und unterlagernden Schichten dieser Wasseretage scheinen weiter nach Norden hin sich einander sehr zu nähern, ja vielleicht zu berühren, das von ihnen im verticalen Sinne begrenzte Wasser wird nahezu stagniren und nun volle Zeit haben, alle möglichen Auflösungsprozesse des Untergrundes einzuleiten und zu vollziehen. Es weist auch die qualitative Beschaffenheit darauf hin, dass man es hier mit Fall 5 oder 6 der besprochenen Bewegungserscheinungen zu thun hat.

Die analogen Verhältnisse finden sich bei Bohrung XXXIX. Auch hier sinkt der Verdampfungsrückstand nach Schluss der Verbindungsöffnung zwischen beiden Etagen von 0,616 gr auf 0,280 gr; der Kochsalzgehalt bleibt nahezu constant und die starke Eisenreaction geht in eine geringe über.

Bei der bedeutenden Mächtigkeit und Wasserdichtigkeit der beide Etagen trennenden Thon- bzw. Braunkohlenschicht ist jedes natürliche Vermischen der Wässer beider Etagen nicht wohl denkbar, abgesehen davon, dass in südöstlicher Richtung die trennende Schicht auskeilt und beide Etagen sich somit zu einer einzigen, ohne die Vorbedingungen zur Erzeugung eisenhaltigen Wassers, vereinigen oder vielmehr nicht trennen.

Beim Vergleich der Resultate der ersten Analysen mit denen der zweiten ist das Anwachsen der festen Rückstände und das geringe Variiren des Kochsalzgehaltes, des Kalkes u. s. w. sehr auffällig. Am eingehendsten ist Wasser der Bohrung XXXIV untersucht worden, deshalb, weil diese Wasserprobe und ihr Entnahmeort am meisten sich den Verhältnissen nähern, unter denen eine zukünftige Wasserfassung erfolgen wird; die Ueberdeckung ist hinreichend, bewohnte Orte sind nicht in unmittelbarer Nähe, und die Form der Horizontalcurven ist regelmässig. Zum speziellen Vergleich mögen die Resultate hier wiederholt werden.

#### Bohrung XXXIV.

Zeit der Entnahme.	Wasser- spiegelcote.	Wasser- spiegel unter Terrain.	Feste Theile.	Kochsalz.	Kalk.	Magnesia.	Schwefel- säure.
3. Januar 1878 . .	110,49 m	3,49	0,218	0,015	0,0868	0,0066	0,0285
13. Februar 1878 .	110,38	3,60	0,372	0,021	0,0855	0,0069	0,0389

Der qualitative Befund des Eisens, Huminstoffe und Stickstoffverbindungen ist für beide Entnahmezeiten derselbe gleich günstige.

Ob diese Schwankungen der festen Rückstände periodischer Natur sind, können nur fortgesetzte Beobachtungen lehren. Wenn auch der Wasserspiegel an der Entnahmestelle für die zweite Probe tiefer war, als für die erste, so ist das nur lokale Erscheinung, denn im Allgemeinen hatte in Folge der Schneeschmelze, die ein sehr intensives Eindringen der Meteorwässer in den Boden zur Folge hat, ein Steigen des Grundwasserspiegels stattgefunden, und somit kamen unter dem zersetzenden Einfluss der Kohlensäure der Bodengase Parthien des Untergrundes zur Auslaugung, die bis dahin trocken gelegen hatten.

Aehnliche Schwankungen zeigt das Wasser des nördlichen Kanals. Es betrug nach den Untersuchungen des Herrn Professor Dr. Hofmann der feste Rückstand in einem Liter des nördlichen Kanalwassers am:

1. November 1872,      14. August 1873,      25. März 1875,      14. April 1875  
 0,240,                      0,225,                      0,298,                      0,277 gr.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass diese Zahlen noch keineswegs Maxima oder Minima zu enthalten brauchen, und die Schwankungsgrenzen noch über diese Zahlen hinaus liegen können.

Die Bohrungen XXVII und XXXIV liegen nahezu auf derselben Grundwasserhorizontalen, und der Vergleich der Analysen ihrer Wässer zeigt, dass nur der Kochsalzgehalt bei ihnen wenig, alle anderen Bestandtheile aber stark differiren. Dies ist ein Beweis dafür, dass der Einfluss der Bodenschichten ein sehr variabler ist, und dass die hohe Unregelmässigkeit des Untergrundes in mechanischer und geologischer Beziehung ihr vollständiges Analogon in der chemischen Beschaffenheit des Wassers findet, und somit auch einer chemischen Analyse nur derselbe qualitative Lokalwerth beizulegen ist, wie einer vereinzelt festgestellten Wasserspiegelcote in mechanischer Beziehung.

Zu den Schwankungen, die abhängig von der Entnahmestelle sind, kommen noch diejenigen, die eine Function der Entnahmezeit sind, so dass, wie schon oben erwähnt, nur lokal ausgedehnte, regelmässige, periodische Untersuchungen im Zusammenhalt mit den meteorologischen Erscheinungen und der Veränder-

lichkeit der Horizontalcurven zu einem sichern Schluss verhelfen können. Glücklicherweise steht hier ein Erfahrungsergebnis zu Gebote: die seit Jahren beobachtete gute Qualität der Wässer im nördlichen Sammelkanal, die ja nur ein Derivat desselben Stromes, der in seiner Hauptmasse im Parthethale auftritt, und mächtig genug sind, um einen qualitativen Durchschnittswerth abzugeben.

Die zweite Analysenreihe zeigt für Bohrungen, die nahezu in demselben Stromstrich liegen, ebenso wie die erste, Verschiedenheiten, und mögen des speziellen Vergleiches halber die Analysenergebnisse von Bohrung XXXIV und XXXVIII tabellarisch wiederholt werden.

Bohrung.	Zeit der Entnahme.	Wasser- spiegel- cote.	Wasser- spiegel unter Terrain.	Feste Theile.	Kochsalz.	Kalk.	Magnesia.	Schwefel- säure.
XXXIV	13. Febr. 1878	110,38	3,61	0,3720	0,0210	0,0855	0,0069	0,0389
XXXVIII	18. Febr. 1878	109,74	0,61	0,3310	0,0210	0,0550	0,0083	0,0519

Der Kochsalzgehalt ist bei Zurücklegung des Weges vom obern zum untern Bohrloch von allen Bestandtheilen nur allein constant geblieben, die festen Rückstände und der Kalk hat abgenommen, der Magnesia- und Schwefelsäuregehalt ist gestiegen.

Aehnliche Betrachtungen lassen sich noch weiter anstellen.

Herr Professor Hofmann resumirt den Befund der Wässer wie folgt:

„Das aus den Bohrproben erhaltene Wasser besitzt die Reinheit und Zusammensetzung, wie sie dem Grundwasser des hiesigen Bodens entspricht. (Vgl. die Beschaffenheit der reinsten Brunnenwässer in den wenig dicht bewohnten Ortschaften mit dem Wasser aus den Bohrlöchern des freien Gebietes.)

„Eisensalze finden sich in keinem der untersuchten Brunnenwässer der Ortschaften.

„Ebensowenig in dem Wasser der Bohrproben, welche eine bestimmte Tiefe nicht überschreiten.

„Bohrloch XXXVIII und XXXIX enthielt Eisensalze und zwar im Gegensatze zu dem Eisengehalte des südlichen Sammelkanals nicht als kohlen-saures Eisenoxydul, sondern als schwefelsaures Eisenoxydul.

„Das obere Grundwasser, aus dem das Wasserleitungswasser genommen werden könnte, enthält eisen-freies Wasser.

„Die Zusammensetzung des Wassers aus den einzelnen Bohrlöchern zeigte bestimmte Verschiedenheiten:

„Bohrloch XXXX und XXXXII\*) lieferten ein sehr gipsreiches Wasser, in dem die nicht sehr reichliche Kalkmenge ganz an Schwefelsäure gebunden war. Der Trockenrückstand eines Liters entwickelte, mit Säuren übergossen, keine Spur Kohlensäure. Es würde nothwendig sein, bei Wasserentnahme aus dieser Gegend eingehend die Terrainverhältnisse zu berücksichtigen, da von hier aus leicht noch härteres Wasser gewonnen werden könnte, dessen Nachtheile für den Genuss und für Kesselsteinbildung zu befürchten wären. Das Wasser der übrigen Bohrproben besitzt den Charakter des anerkannt trefflichen Wassers der nördlichen Kanalanlage.

„Es zeigt nach den Proben keinerlei nachweisbare Verunreinigungen durch Abfallstoffe oder den Einfluss bewohnter Orte, oder der Braunkohlenlager.

„Die Verschiedenheit in der Zusammensetzung, sämmtliche in engen Grenzen, erklärt sich aus dem Umstande, dass das entnommene Wasser unter dem Einflusse der Dislocation des Bodens steht, welche durch das Einschlagen der Bohrlöcher bewirkt wird, und ferner daraus, dass die Ueberdeckung des Wasserspiegels zum Theil eine sehr geringe ist, und Schneeschmelze, Regen auf die häufig nur 0,2—0,5 m unter Terrain stehenden Wasser Einfluss üben konnte.

„Durch die Herstellung und Bewirthschaftung eines Versuchsbrunnens, welcher dringendst jetzt mit Beginn der warmen und trockenen Zeit zu befürworten ist, wird das Wasser aus der Tiefe und dem Bereiche des Bodens gewonnen, wie es dem spätern Betriebe einer Wasseranlage entspricht, und es wird dann die Wasseruntersuchung die vollwerthigen Unterlagen geben von der Beschaffenheit des zukünftigen Wassers.

„Schon jetzt lässt sich aussprechen, dass ein vollkommen reines, nicht eisenhaltiges Wasser, in Temperatur und Geschmack mit dem der nördlichen Kanalanlage identisches Wasser aus dem Bereiche der Bohrlöcher XXVII, XXVIII, XXXIII, XXXIV und XXXV zu erwarten steht.

Leipzig, den 9. Juni 1878.

(gez.) Professor Dr. Hofmann.“

Die Temperatur des Grundwassers ist abhängig von den Tiefen, in denen es sich bewegt, hängt also von der Mächtigkeit der Ueberdeckung ab. Bei der Schwierigkeit der Unterscheidung der verschiedenen Wasseretagen ist es nun schwer zu beurtheilen, wie gross im Allgemeinen im vorliegenden Falle die Grösse

\*) Bohrungen am rechten Elsterufer an der Zeitzer Bahn.

und damit der von ihr abhängige Temperaturgrad des Grundwassers sein wird. Zur allgemeinen Orientirung mögen die auf der Leipziger Sternwarte beobachteten Werthe der Bodentemperaturen für verschiedene Tiefen folgen:

Sie betragen in

Tiefe.	T e m p e r a t u r.			Schwankung.
	Mittel.	Maximum.	Minimum.	
0,25 m	+ 8,7 <sup>o</sup> C.	+ 19 <sup>o</sup> C.	— 1,0 <sup>o</sup> C.	20 <sup>o</sup> C.
0,50	+ 8,7 <sup>o</sup> -	+ 18 <sup>o</sup> -	— 0,0 <sup>o</sup> -	18 <sup>o</sup> -
1,00	+ 9,1 <sup>o</sup> -	+ 17 <sup>o</sup> -	+ 3,0 <sup>o</sup> -	14 <sup>o</sup> -
2,00	+ 9,4 <sup>o</sup> -	+ 15 <sup>o</sup> -	+ 5,0 <sup>o</sup> -	10 <sup>o</sup> -
3,00	+ 9,3 <sup>o</sup> -	+ 14 <sup>o</sup> -	+ 5,0 <sup>o</sup> -	8 <sup>o</sup> -

In grösseren Tiefen ist nicht beobachtet worden, jedoch folgert der Herr Beobachter aus diesen Zahlen, dass die Schwankung von 2<sup>o</sup> C. in 7 m und die von 1<sup>o</sup> C. in etwa 10 m Tiefe eintritt, so dass in letztgenannter Tiefe das Temperaturmaximum und -Minimum bezw. 10<sup>o</sup> und 9<sup>o</sup> C. betragen wird.

Die mittlere Jahrestemperatur von Leipzig beträgt 8<sup>o</sup>,6 C., und davon weicht, wie vorauszusehen, auch die mittlere Jahrestemperatur in verschiedenen Tiefen wenig ab. Es muss hervorgehoben werden, dass obiger Temperaturgang nur für gewisse Bodensorten und Feuchtigkeitszustände desselben gilt.

Der Schwankungsgang in einem continuirlichen Grundwasserstrom ist ein anderer. Bei einer Ueberdeckung von nur 3 m wird jedoch die Temperatur selbst des Grundwasserspiegels 14<sup>o</sup> C., bei 10 m Tiefe 10<sup>o</sup> C. nicht überschreiten.

In grösseren Tiefen ist übrigens die Schwankung auch noch insofern ganz bedeutungslos, als die Temperaturmaxima des Bodens in die Periode der Temperaturminima der Luft fallen und umgekehrt, so dass in einer bestimmten Tiefe die Jahreszeiten umgekehrt sind, während geringere Tiefen sich in ihrem Temperaturgange mehr demjenigen der Lufttemperatur anschliessen. Demnach wird in den Rohrfahrten des Vertheilungsnetzes, welche in solchen Tiefen liegen, eine dem Schwankungsgange der grossen Tiefe entgegengesetzte Wirkung auf das Leitungswasser ausgeübt.

Nach den Beobachtungen der Münchener Sternwarte, die bis zu 6 m Tiefe reichen, lässt sich folgende Zusammenstellung machen, deren Werthe bis zu 6 m Tiefe Beobachtungsmittel sind, während die darüber hinausgehenden aus jenen abgeleitet wurden.

Beiläufig bemerkt, lässt sich die Abhängigkeit zwischen dem Zeitpunkt des Eintritts des Maximums und Minimums und der Beobachtungstiefe nahezu durch eine gerade Linie darstellen.

Tiefe.	Maximum.	Minimum.	Mittlere Temperatur.
1,5 m	Ende August	Ende Februar	8,63 <sup>o</sup> C.
2,0 m	Anfang September	Anfang März	8,53 <sup>o</sup> -
3,0 m	Ende September	Ende März	8,53 <sup>o</sup> -
4,0 m	Mitte October	Mitte April	8,55 <sup>o</sup> -
6,0 m	Anfang December	Anfang Juni	8,59 <sup>o</sup> -
8,0 m	Mitte Januar	Mitte Juli	—
10,0 m	Ende Februar	Ende August	—

Mehr praktischen Werth als alle diese Betrachtungen hat der Umstand, dass die Temperatur des Wassers des nördlichen Kanals während der langen Zeit seiner Benützung nichts zu wünschen übrig liess, und dass die neue Bezugsquelle in dieser Beziehung noch bessere Resultate liefern muss. Die Parallele, die sich zwischen chemischer Constitution des nördlichen Kanalwassers und desjenigen des neuen Bezugsortes ziehen lässt, gilt aus den früher angeführten Gründen auch sofort für Temperaturverhältnisse; da jedoch im nördlichen Kanal auch Thalwasser mit geringer Mächtigkeit der Ueberdeckung enthalten, auf solches aber bei einer neuen Fassung nicht gerechnet ist, so muss sich ein, wenn auch kleiner Vortheil zu Gunsten der Temperaturbeständigkeit ergeben.

Zu berücksichtigen ist dabei ferner, dass die Parthethalhänge nach Nordwesten, diejenigen des Pleissethales nach Westen geneigt sind. —

### c. Versorgung vom linken Elsterufer.

Das, was im vorigen Abschnitt allgemein über Wasserfassung gesagt wurde, gilt auch ohne Weiteres für das vorliegende Project, nur wird sich hier vorbehaltlich weiterer Untersuchungen die Anlage von Filtergalerien mehr empfehlen, als die von Schachtbrunnen, denn es wird eine eingreifende Ausnützung und Entwässerung des Terrains sich nothwendig machen. Das Wasser führende Terrain erstreckt sich von Klein-Zschocher bis Eythra auf eine Länge von 8,5 km und noch darüber hinaus.

Die Fassung muss der Bauschwierigkeit wegen da vorgenommen werden, wo die Ueberdeckung gegen den Grundwasserspiegel anfängt auszuweichen, also in der Nähe des Thalrandes, und gilt hierfür die Beobachtung derselben Vorsichtsmaassregeln gegen Vermischung mit eisenhaltigem Wasser, wie für das Parthetal.

Wenn die Ströme in der Nähe von Gross- und Klein-Zschocher schon in den Bereich der Fassung gezogen werden, so ist ihre Ableitung nach dem bestehenden Werke mit natürlichem Gefälle schon nicht mehr leicht durchführbar. Die mathematische Spiegelcote der Fassung wird hier nicht über 107 m betragen, also ca. 1,3 m tiefer als das Terrain bei der Pumpstation.

Die Entfernung beträgt  $\sim 2500$  m, mithin folgt bei einem Rohrdurchmesser von  $\sim 0,7$  m, wenn man zwei Rohrfahrten legt und ein Gefälle von 0,5 per Mille giebt, ein Terraineinschnitt von 3,25 m an der Pumpstation.

Dies wäre noch mässig, wenn nicht der Umstand hinzu käme, dass die Rohrfahrt im Durchschnitt 1,5 m tief in das Grundwasser des Thales einschneidet. Beginnt man mit der Wasserfassung oberhalb Zschocher, etwa in Windorf, Knautkleeberg u. s. w., so schneidet man hier allerdings höhere Wasserlagen an, allein die Entfernung wächst, und der Gewinn an Höhe ist nur die Differenz zwischen natürlichem Gefälle des Grundwassers und dem der zu legenden Rohrleitung. Der Gewinn ist also nicht gross. Der Ort des Beginnes der Wasserfassung ist unter Berücksichtigung anderer Umstände erst durch ein specielles Flächennivellement des linken Elsterufers und mit Hilfe daraus herzuleitender Terrainhorizontalen zu bestimmen, und dann schliesslich zu entscheiden, ob theilweise künstliche Hebung am Fassungsorte der directen Leitung nicht vorzuziehen ist.

Die Hebung erfolgt nur bis auf wenige Meter, um das Wasser zu befähigen, über Grundwasserspiegel und ohne tiefe Einschnitte nach dem alten Werke geleitet werden zu können. Gelingt es, das Gesamtquantum auf der Elsterhochebene zu fassen, dann kann sogar die weitere maschinelle Entwicklung auf der alten Pumpstation erfolgen.

Der grossen Depressionsausdehnung, welche die Grube Mannsfeld veranlasst, nach zu schliessen, wird es kaum möglich sein, die Brunnen der am linken Elsterufer liegenden Dörfer unbeeinflusst zu lassen. Westlich dieser Dörfer muss die Fassung selbstredend geschehen, es wird also der Grundwasserstrom, welcher diese speist, direct alterirt, und die Folgen sind unvermeidlich.

Die Grube Mannsfeld fördert ohngefähr ein Sechstel des ganzen geforderten Wasserquantums. Nach seiner Förderung ist das Wasser nicht zu benützen, durch die Arbeiten in der Grube kommt dasselbe stark getrübt an die Oberfläche.

Da auf diese Bezugsquelle bei dem relativ nicht eben grossen Wasserreichthume der Hochebene nicht wohl zu verzichten ist, muss das Wasser gefasst werden, ehe es in die Grube eindringt. Zu diesem Behufe müssen die für jetzt an der Grube örtlich begrenzten Untersuchungen noch in südwestlicher Richtung fortgesetzt werden, um mit Sicherheit die vortheilhafteste Stelle und Methode für Wasserfassung zu bestimmen.

Hebung mittelst Dampfkraft ist nicht zu umgehen.

Beiläufig bemerkt, wäre für die Besitzer, abgesehen von den Fassungskosten, eine solche Entwässerung der Grube jetzt schon vorzuziehen. Die zukünftige Hebung würde erfolgen von der Oberfläche der wasserdichten Schicht bis zum Terrain, also etwa 13—16 m hoch, während die gegenwärtige Hebungshöhe im Schacht aus dem Schachttiefsten wohl das Doppelte beträgt. Hierbei kommen die Betriebsvortheile einer trockenen Grube gegenüber einer nassen noch gar nicht in Betracht.

Was die chemische Beschaffenheit und die Temperatur der hier zu gewinnenden Grundwässer betrifft, so gilt das im vorigen Abschnitt Va Gesagte, soweit es von allgemeiner Bedeutung ist, auch für diese Variante.

Zur speziellen Beurtheilung folgen die Ergebnisse der vier Analysen von Wässern aus diesem Terrain.

#### 1) Bohrloch XL

an der Zeitzer Bahn, oberhalb Windorf.

Terraincote 116,05 m. — Filtrirt geschöpft den 11. März 1878. Wasserstand unter Terrain 3,09, Wasserspiegelscote 112,95 m.

1 Liter = 0,200 gr feste Theile  
 0,0120 - Kochsalz  
 0,0552 - Kalk

1 Liter = 0,0169 gr Magnesia  
 0,089 - Schwefelsäure.

Rückstand brauste mit Salzsäure nicht auf, war nur sehr schwach gelb gefärbt. Schied sich bis zum 2. April nichts aus.

2) Bohrloch XLII  
 bei Bahnhof Knauthayn.

Terraincote 119,13 m. — Filtrirt geschöpft am 8. März 1878. Wasserstand unter Terrain 4,60, Wasserspiegelcote 114,61 m.

1 Liter = 0,200 gr feste Theile  
 0,0150 - Kochsalz  
 0,0497 - Kalk

1 Liter = 0,0152 gr Magnesia  
 0,0692 - Schwefelsäure.

Rückstand ganz schwach gelblich, brauste ebenfalls mit Salzsäure nicht auf.

3) Bohrloch XLIII  
 bei Rehbach und Albertsdorf.

Terraincote 126,34 m. — Filtrirt geschöpft den 13. März 1878. Wasserstand unter Terrain 5,70, Wasserspiegelcote 120,70 m.

1 Liter = 0,255 gr feste Theile  
 0,0150 - Kochsalz  
 0,1130 - Kalk

1 Liter = 0,0154 gr Magnesia  
 0,0213 - Schwefelsäure.

Bildete einen sehr reinen weissen Abdampfrückstand.

4) Bohrloch XLIV  
 bei Lausen.

Terraincote 122,63 m. — Filtrirt geschöpft den 15. März 1878. Wasserstand unter Terrain 6,70, Wasserspiegelcoten 115,92 m.

1 Liter = 0,265 gr feste Theile  
 0,0150 - Kochsalz  
 0,1135 - Kalk

1 Liter = 0,0161 gr Magnesia  
 0,0250 - Schwefelsäure.

Blieb bis 2. April völlig klar, ohne Sediment. —

Die Uebereinstimmung in dem Befunde der Wasser von Bohrung XLIII und XLIV ist eine rein zufällige. Weder Wasseretage noch Gleichartigkeit der Bohrproben sind beiden Wässern gemeinschaftlich, und während bei der Entnahme die Probe aus XLIV der Filtration fast nicht bedurfte und eine Depression des Wasserspiegels nicht bemerkt wurde, war bei der Entnahme aus Bohrung XLIII das Entgegengesetzte der Fall und kennzeichnete sich dieses Wasser als ein der oberen Etage angehöriges. Der Mangel an kohlen-saurem Kalk und Reichthum an Gips der Wasser aus Bohrung XL und XLII ist schon im vorigen Abschnitt besprochen worden. Irgend ein lokaler Grund für dieses Verhalten ist nicht zu erkennen gewesen.

Versucht man, die Wässer des linken Elsterufers mit denen des linken Partheufers zu vergleichen, so haben erstere den Vorzug eines im Allgemeinen geringeren Gehaltes an festen Stoffen, allein es ist jetzt nicht zu entscheiden, ob dieser Vorzug ein dauernder sein wird. Auch diese Grundwässer werden qualitativen Schwankungen unterworfen sein, und es ist sehr wohl möglich, dass zur Zeit der Wasser-entnahme ein Minimum an festen Stoffen hier stattfand, während im Parthethal die Periode des Maximums eingetreten war. Bei der geringen Anzahl der gewonnenen Proben ist ein endgiltiges Urtheil namentlich darüber schwer zu fällen, ob der Gipsgehalt der Bohrungen XL und XLII eine lokale oder mehr verallgemei- nerte Erscheinung ist.

## VI. Schlussergebnisse.

Die Resultate der vorstehenden Arbeit lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1) Eine Versorgung Leipzigs mittelst künstlicher Filtration von Pleissen- oder Elsterwasser ist durch die hydrographischen Untergrundverhältnisse der Umgebung Leipzigs nicht bedingt.

2) Die neuen Bezugsquellen sollen vorläufig für 200 000 Einwohner per Tag und Kopf 150 Liter, mithin per Tag 30 000 cbm liefern und auf weitere 27 000 cbm für die Vorstadtdörfer entwicklungsfähig sein.

3) Eine Vermehrung der Ergiebigkeit der jetzt bestehenden Bezugsquellen durch brauchbares Quell- bzw. Grundwasser ist weder durch Veränderung noch Ausdehnung der jetzt bestehenden Fassungsanlagen möglich. Das laterale Derivat des Grundwasserstromes der Hochebene am rechten Pleisseufer, welches jetzt den nördlichen Sammelkanal speist, ist eine vereinzelt erscheinende Erscheinung.

4) Sämmtliche Grundwasserströme der Thalniederungen sind innerhalb der Beobachtungs- und in Betracht zu ziehenden Grenzen eisenhaltig.

Die Eisenzone ist ziemlich scharf gegen die Hochebene durch die Inundationsgrenze bestimmt.

5) Alle Vorbedingungen für eine sowohl quantitativ als qualitativ befriedigende Wassergewinnung für Leipzig erfüllt das linke Partheufer und in untergeordneter Weise die Hochebene westlich der Elster.

6) Wenn auch schon jetzt an der hinreichenden Quantität, welche der, bzw. die neuen Bezugsorte liefern würden, nicht zu zweifeln ist, so ist doch der Nachweis hierfür durch Anlage eines oder einiger Versuchsbrunnen zu führen. Die Betriebsresultate der Brunnen liefern die Unterlagen für Aufstellung genereller Alternativ-Projecte und spezielle Ausarbeitung eines Detailprojectes, welches für das Quantum von 30 000 cbm per Tag alle neuen und ergänzenden Anlagen von der Wasserfassung bis zum letzten Feuerhahn umfasst und vom Standpunkt weiterer Entwicklungsfähigkeit ausgeht. —

Das ist der einzige Weg, die vorliegende, der Hauptsache nach schon beantwortete Frage gründlich und nicht palliativ bis zur letzten Consequenz zu lösen.

## VII. Resultate des Versuchsbrunnens.

(d. d. Juni 1879; Fortsetzung des Vorprojectes.)

Auf Grund der in den vorstehenden Abschnitten entwickelten Gesichtspunkte und Folgerungen aus den Beobachtungsgrößen wurde von Seiten der städtischen Behörden die Anlage und der Betrieb eines Versuchsbrunnens beschlossen und der Verfasser mit der Oberaufsicht und speciellen Durchführung der betreffenden Arbeiten beauftragt. Nach Maassgabe der Bohrungen und der Höhengichtenpläne des Grundwasserspiegels musste der gesammte Flächenstreifen zwischen Schönefeld und Neutzsch, der begrenzt wird gegen SO. durch die Strasse Schönefeld-Neutzsch und gegen NW. durch die Ränder der Partheniederung, in seinem Verhalten gegen Grundwassergewinnung im Grossen und Ganzen beinahe überall gleichwerthig sein. Es waren somit nur äussere Gründe, welche die Wahl des Platzes in specie beeinflussen konnten. Eine Befürchtung war jedoch nicht ausgeschlossen: mit der Anlage des Brunnens in eine nur localisirte stockförmige Erhebung des Braunkohlenthones, oder in starke verticale Entwicklung des Geschiebelehms entweder direct zu gerathen, oder durch deren unmittelbare Nähe ungünstig und dem Allgemeinverhalten nicht entsprechend in den Versuchen beeinflusst zu werden. Die Wahl des ersten Platzes war in der Nähe von Schönefeld; dort

war das Terrain vorzugsweise schon vorher abgebohrt, also gekannt, die locale Ueberdeckung des Grundwasserspiegels durch Terrain war gering und erleichterte die Bewirthschaftung des Brunnens ausserordentlich, die Nähe der Strasse gestattete leichte Anfuhr der Baumaterialien und Maschinen, die grosse Entfernung, ca. 250 m, von den Rändern der Partheniederung schloss die Befürchtung des Eintritts von eisenschüssigem Thalwasser in den zu betreibenden Brunnen aus, und die Ableitung des geförderten Wassers war leicht zu ermöglichen. Allein wider Erwarten wurde von dem Besitzer, in dessen Händen fast das ganze Gelände ist, die Erlaubniss zur Anlegung des Versuchsbrunnens schliesslich versagt.

Von dem ursprünglich in's Auge gefassten Flächenstreifen von ca. 2000 m Länge blieben dadurch nur etwa 500 m übrig.

Unter so bewandten Umständen war demnach von einer freien Wahl des Platzes für den Brunnen keine Rede mehr. Basirten andererseits die in den vorstehenden Abschnitten gemachten Deductionen bezw. Inductionen auf zuverlässigen Beobachtungen und waren sie an sich zutreffend, so musste innerhalb des in Betracht gezogenen Flächenstreifens jeder Versuchsplatz der rechte sein, wobei nicht behauptet werden soll, dass nicht qualitativ bedeutende Unterschiede innerhalb gewisser Grenzen sich einstellen konnten, wie es die spätere Beobachtung auch zeigte. Die oben angeführten äusseren Gründe für die Platzwahl hatten für den aufgezwungenen Platz natürlich jedes Gewicht verloren und musste dieser tale quale genommen werden. Wenn auch die administrativen Schwierigkeiten für ihre Beseitigung mehr als einen Monat in Anspruch genommen hatten, gelang es dem Verfasser dennoch, über sie hinwegzukommen, und konnte am 7. October 1878 mit dem Brunnenbau begonnen werden.

#### Terrainbeschaffenheit und Anlage der Versuchsstation.

Um zu vermeiden, dass bei dem Betriebe des Versuchsbrunnens die Dorfbrunnen in Neutzsch nicht in Mitleidenschaft gezogen oder Wasser aus dem Untergrunde dieses Dorfes zum Eintritt veranlasst werde, wurde der Versuchsbrunnen möglichst nach Süden verschoben, und zwar hart bis an die Grenze des benachbarten der Beobachtung entzogenen Grundstückes.

Die einleitenden Arbeiten begannen mit der Abbohrung des bis dahin noch nicht speciell gekannten Untergrundes. Es wurden 6 Bohrungen in je einer Teufe von 15,7 bis 19,8 m niedergebracht und zwar bis zur undurchlässigen Schicht, die aus Braunkohle und deren Thonen, in Bohrung VI dagegen aus Diluvialthon, wahrscheinlich, bestand. Der Wechsel der Materials war ein grosser und war auch hier der Charakter der vollständigsten Unregelmässigkeit in den Schichtenfolgen vorhanden. Ein vereinfachendes Moment von grosser Wichtigkeit war jedoch insofern da, als die ununterbrochene Continuität der wasserführenden Schicht im verticalen Sinne unzweifelhaft aus den Bohrproben hervorging, man es also mit nur einer Wasseretage zu thun hatte. Nur Bohrung II zeigte in 9,1 m unter Terrain eine undurchlässige Thonschicht von 0,3 m Mächtigkeit; ein correspondirendes Auftreten derselben wurde jedoch nirgends wahrgenommen, so dass die Vermuthung gerechtfertigt erscheint: man habe es nur mit einer inselartigen Ausbreitung von mehr oder minder grosser Ausdehnung zu thun. Die orographische Oberflächengestaltung des Terrains, auf welchem die Bohrungen stattfanden, ist auf Blatt XVI: Beobachtungsergebnisse des Versuchsbrunnens, Figur: Höhenschichtenplan, dargestellt. Der höher liegende Theil des Terrains mit mehr als 114,5 m Terraineote, in welchem sich die Bohrungen II, III und V befinden, zeigt als zu oberst aufliegende Schicht den Geschiebelehm, welcher als nahezu undurchlässig zu bezeichnen ist. Abgesehen von den directen Aufschlüssen der Bohrlöcher manifestirt sich dieses geognostische Verhalten auch in dem Culturwerth des Bodens so, dass das Auskeilende des Geschiebelehms auch ohne Bohrungen im horizontalen Sinne festzustellen ist. Der Geschiebelehm setzt sich in östlicher Richtung fort, und er ist als das beste Schutzmittel zu betrachten, directe Infiltrationen der den Ackerbau unterstützenden und demselben nothwendigen Media zu verhindern. Der Versuch, aus den vereinzeltten Ergebnissen der Bohrungen ein zusammenhängendes geognostisches Querprofil zu construiren, musste bei der nicht durchführbaren speciellen Bestimmung des geologischen Werthes der einzelnen Bohrproben unterbleiben. Wenn dies bei den vorhergehenden allgemeinen Untersuchungen geschah, so ist es darin begründet, dass sich wohl zwischen den verschiedenen Stufen des Tertiären und dem Diluvium ein Unterschied machen lässt, nicht aber zwischen den einzelnen Gliedern des Letzteren; im Uebrigen wäre eine geologische Untersuchung noch keine hydrographische gewesen und nicht um jene, sondern um diese handelt es sich hier.

Nach den Bestimmungen des Herrn Professor Dr. Credner ergeben die Bohrproben der 6 Bohrungen nachstehenden Befund.

Bohrloch I. (Neue Folge.)

Terraincote 111,8.

Tiefe.	Mächtigkeit.	
0		
	1,7	1) thoniger Diluvialsand.
1,7		
	1,1	2) kiesiger Diluvialsand.
2,8		
	1,2	3) gelbbrauner Diluvialkies.
4,0		
	1,1	4) grober Kies, reich an weissem grossen Quarzgerölle.
5,1		
	7,4	5) 6) normaler Diluvialkies mit Feuersteinen u. einheimischen Geröllen.
12,5		
	2,8	7) feiner Diluvialkies.
15,3		
	0,40	8) folgt Braunkohle.
15,7		Sämmtlich zum Diluvium gehörig.

Bohrloch III. (Neue Folge.)

Terraincote 118,2.

Tiefe.	Mächtigkeit.	
0		
	0,3	1) Dammerde.
0,3		
	2,6	2) 3) 4) sandiger Geschiebelehm.
2,9		
	2,3	5) sandiger Diluvialkies.
5,1		
	1,1	6) kiesiger Diluvialsand.
6,2		
	13,6	7) 8) 9) grober Kies, wesentlich weisse Quarzgerölle bis eigross; — Feuerstein.
19,8		2—9 = Diluvium.

Bohrloch V. (Neue Folge.)

Terraincote 116,2.

Tiefe.	Mächtigkeit.	
0		
	0,6	1) Dammerde.
0,6		
	2,3	2) Geschiebelehm.
2,9		
	2,0	3) Quarzkies.
4,9		
	1,4	4) kiesiger Diluvialsand, jedoch mit einzelnen, einheimischen Porphyrgeröllen.
6,3		
	1,7	5) Diluvialsand.
8,0		
	1,1	6) sandiger Thon.
9,1		
	10,0	7) grober Quarzkies mit einheimischen Geröllen.
19,1		
	0,1	8) schwachthoniger, licht gelblicher Sand, fein.
19,2		2—7 = Diluvium. 8 vielleicht bereits Oligocän.

Bohrloch II. (Neue Folge.)

Terraincote 116,3.

Tiefe.	Mächtigkeit.	
0		
	3,3	1) Geschiebelehm.
3,3		
	2,1	2) sandiger Kies.
5,4		
	3,1	3) Diluvialsand. (Spathsand.)
8,5		
	0,7	4) Diluvialkies.
9,2		
	0,3	5) grauer und gelblicher kalkfreier Thon mit Quarzkieseln.
9,5		
	8,1	6) grober, an weissen Quarzkieseln reicher Kies; wenig Feuerstein.
17,6		folgt 7) desgleichen. Alle Schichten Diluvium.

Bohrloch IV. (Neue Folge.)

Terraincote 112,7.

Tiefe.	Mächtigkeit.	
0		
	1,1	1) Moorboden.
1,1		
	2,0	2) Feuerstein führender Kies.
3,1		
	0,6	3) Diluvialsand.
3,7		
	5,9	4) grober Quarzkies.
9,6		
	4,5	5) } vacat.
14,1		6) }
	2,1	
16,2		7) Braunkohle.
17,2		2—4 = Diluvium.

Bohrloch VI. (Neue Folge.)

Terraincote 114,4.

Tiefe.	Mächtigkeit.	
0		
	5,7	1) 2) Diluvialsand.
5,7		
	2,8	3) feiner Kies.
8,5		
	5,1	4) 5) 6) 7) 8) sehr grober Kies mit viel weissen Quarzen, einzelne einheimische Porphyre.
13,6		
	0,1	9) Diluvialsand.
13,7		
	2,3	10) Diluvialsand mit grossen weissen Quarzen.
16,0		
	0,5	11) folgt grauer, sandiger, kalkfreier Thon.
16,5		1—11 = Diluvium.

Durch die Bohrungen wurden zu gleicher Zeit die natürlichen Grundwasserspiegel aufgedeckt, deren Nivellement die Unterlagen zur Aufstellung des Höhengschichtenplanes der Grundwasserspiegel lieferte. Spätere, in grösserer Anzahl ausgeführte Bohrungen ergaben jedoch, dass die Gefällsvertheilung des Grundwasserstromes eine ziemlich ungleichmässige ist. Das Profil: Achse Heiterer Blick — Achse Parthe, Blatt XVI, zeigt dies deutlich; hier hat der Grundwasserstrom von der Achse des Brunnens abwärts auf eine Länge von 30 m ein Gefälle von 0,9 m, während das mittlere Gefälle innerhalb der Untersuchungsgrenzen auf 326 m nur 1,47 m beträgt. Diese den Stromschnellen der sichtbaren Wasserläufe entsprechende Erscheinung ist örtlich zu verfolgen; sie zeigt sich in einer zur Strasse parallelen Linie, die, wie erwähnt, dem Brunnen unmittelbar benachbart ist, und kreuzt in Folge eintretender Abbiegung nach Osten die Strasse Schönefeld-Neutzsch in der Nähe der Grundstücksgrenze Müller-Laegel.

Leider wurde dieses Verhalten erst später erkannt, als die Erbauung des Brunnens schon zu weit vorgeschritten war, um den Bauplatz von dieser für die Ergiebigkeit des Brunnens ausserordentlich ungünstigen Stelle zu verlegen.

Das Quantum Grundwasser ist nämlich innerhalb der räumlich relativ ja so eng begrenzten Fläche des Beobachtungsfeldes constant; es empfängt in seinem natürlichen Zustande nur das verschwindend kleine Quantum Meteorwasser der Fläche selbst.

Zeigen sich nun bei constantem Quantum Unregelmässigkeiten im Gefälle, also in den Bewegungswiderständen, so können sie nur durch die grössere oder geringere Undurchlässigkeit des Untergrundes veranlasst sein, und es entsprechen örtlich starke Gefälle geringer, und örtlich schwache Gefälle grosser Durchlässigkeit des Untergrundes, d. h. man soll einen Versuchsbrunnen, wenn man nicht schlechte Resultate erzielen will, wissentlich nicht an Stellen setzen, wo die Horizontalcurven des Höhengschichtenplanes der Grundwasserspiegel nahe zusammenrücken. Im vorliegenden Falle ist dies nun leider unwissentlich geschehen; allein der schwer durchlässige Streifen ist von so geringer lateraler Ausdehnung, dass erst Bohrungen in weniger als 30 m gegenseitigem Abstände sein Vorhandensein erkennen liessen. Noch ungünstiger hätte sich die Sache gestaltet, wenn der Brunnen unterhalb der Stromschnelle erbaut worden wäre. Aus den angeführten Umständen geht nun hervor, dass Niemand behaupten kann: der Brunnen befinde sich an einer für Ergiebigkeit bevorzugten Stelle; im Gegentheil entspricht sein Verhalten nicht dem Durchschnittswerth des Versuchsfeldes für Wassergewinnung, sondern es steht unterhalb dieses Werthes.

Der natürliche Wasserspiegel liegt im Brunnen 5,4 m unter Terrain; bis dahin wurde beim Bau die Baugrube als abgestumpfter Kegel ausgehoben und vom Wasserspiegel ab der Brunnen gesenkt. Der Brunnenmantel wurde auf einen schmiedeeisernen Rost fundirt und mit diesem durch Baggern mit Schaufel und Sackbohrer niedergebracht. In den unteren Parthien ist der Brunnenmantel in Lochsteinen, in den oberen wasserdicht gemauert. Die Lochsteine hatten weniger den Zweck, als Einlassöffnungen für seitlich eintretendes Wasser zu dienen, als vielmehr nur Auskunft zu geben über den Wasserstand an der äusseren Brunnenlaibung, im Gegensatz zu dem im Brunnencylinder selbst, und so zur Beurtheilung der Grösse der Eintrittswiderstände des Wassers in den Brunnen zu dienen. Im Verlauf der Absenkungsarbeiten wurde die Baggerung unter Wasser durch eine solche mit Wasserhaltung ersetzt. Am 6. December 1878, als die Brunnensohle die Cote  $\sim 105,0$  m erreicht hatte, wurde in nordöstlicher Richtung ein Bruch des schmiedeeisernen Kranzes bemerkt; das den Cylindermantel desselben bildende 0,5 m hohe Blech war nach der Brunnenachse hin zwischen zwei absteifenden Consolen nicht allein eingedrückt, sondern vollständig gerissen. Die dadurch entstandene Oeffnung vermittelte den Eintritt des Bodenmaterials in so ausgiebiger Weise, dass die Entfernung desselben aus dem Brunnen Einstürze des Terrains um den Brunnen herum veranlasste, ohne dass damit eine Senkung des Brunnenkörpers verbunden war. Diese Destruction des Kranzes war mit hoher Wahrscheinlichkeit dadurch veranlasst worden, dass die einschneidende Rostkante auf einen eingelagerten diluvialen Steinblock von bedeutender Grösse getroffen war; alles umliegende Material wurde durch Baggern entfernt und das Gewicht des gesammten Brunnenkörpers, einschliesslich seiner Belastung, wurde von der Contactstelle zwischen Kranz und Block aufgenommen. Der Kranz glitt schliesslich an der wahrscheinlich nach Innen geneigten Contactfläche herab, dislocirte den Block und erlitt selbst dabei den Bruch.

Am 27. und 28. December war trotz vermehrter Belastung des Brunnenkörpers ein weiteres Senken nicht mehr zu ermöglichen.

Es war:

Cote Terrain . . . . .	116,35 m	} 5,35 m Erddeckung.
- ursprünglicher Wasserspiegel . . . . .	111,00 m	
- Oberkante Mauerung . . . . .	112,60 m	} 7,80 m Mauerhöhe.
- Unterkante . . . . .	104,80 m	

Cote Unterkante Kranz . . . . .	104,30 m	
- Brunnensohle . . . . .	104,20 m	} 6,80 m natürliche Wassertiefe. 12,25 m Mächtigkeit der wasserführenden Schicht.
- ursprünglicher Wasserspiegel . . .	111,00 m	
- undurchlässige Schicht (Bohrung II)	98,75 m	

Da die Grösse der verticalen Widerstände für das eintretende Wasser noch relativ bedeutend, die Senkung des Brunnens jedoch, welche nur allein deren Beseitigung durch Materialentfernung ermöglicht hätte, nicht mehr durchführbar war, so wurde eine partielle Vertiefung der Brunnensohle vorgenommen. Dies geschah durch Absenkung eines Rohres von 0,8 m Durchmesser, dessen Unterkante auf 102,8 zu liegen kam. Später, während des Verlaufs der Versuche, wurden noch 2 weitere Röhren von gleichem Durchmesser bis Sohlencote 103,5 niedergebracht, und eine von den Dreien zur Aufnahme des Saugkorbes der Pumpe benutzt.

Die Wasserförderung geschah durch Lokomobile und Centrifugalpumpe; letztere musste in Folge der bedeutenden maximalen Förderhöhe von 13 m mit Vorgelege betrieben werden.

Die Quantitätsmessung erfolgte durch Poncelet-Ueberfall in dünner Wand, mit vollkommener allseitiger Contraction bei einer Ueberfallbreite von 596 mm; zur Quantitätsbestimmung wurden die Poncelet-Lesbros'schen Coëfficienten benutzt. Der Verfasser hatte schon bei seinen früheren Arbeiten das Missliche und Unzuverlässige einer vielleicht täglich nur 5 oder 6 mal wiederholten Quantitätsbestimmung erkannt. Ganz verwerflich erscheinen ihm bei nur einigermaassen bedeutenden Quantitäten die Messungen mittelst Gefäss, und er nimmt keinen Anstand, nur bei Anwendung eines selbstwirkenden Registrirapparates für die Quantitätsbestimmung einer Versuchsreihe die nöthige Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit beizulegen. Geschieht die Messung mittelst Ueberfall, so ist das Quantum eine sehr zuverlässig gekannte Function der Strahlhöhe, und da diese durch die Wasserspiegelcote des Bassins bestimmt ist, aus welchem der Ueberfall sein Wasser erhält, so bedarf es nur eines Registrirapparates für den Schwankungsgang des Bassinspiegels. Durch einfache Umänderung der im Handel vorkommenden Apparate für Bestimmung des Schwankungsganges des Gasdruckes in den Rohrleitungen, nach der Construction von Crosley, war ein solcher Apparat bald beschafft.

Die ersten mit demselben gewonnenen Diagramme zeigten selbst bei einem nur wenig angestregten, die Leistungsfähigkeit der Lokomobile und Pumpe kaum normal beanspruchenden Betriebe so erhebliche Schwankungen im Quantum, dass sich die Quantitätscurve des Diagramms als Sägenlinie darstellte. Da ferner die Quantitäten nicht proportional der Strahlhöhe, sondern den Wurzeln aus der dritten Potenz derselben sind, abgesehen vom variablen Coëfficienten, so war es schwierig und zeitraubend, aus den Diagrammen die mittleren Quantitätswerthe zu bestimmen. Um gleichmässiger Diagramme zu erhalten, wurde deshalb in das Sammelbassin ein zweiter Ueberfall mit abgerundeter Ueberfallkante eingesetzt; die Kante war im verticalen Sinne verstellbar und lag im Mittel in der gewünschten Spiegelhöhe, die einem gewissen Lieferquantum des zur Messung dienenden contrahirten Strahles entsprach.

Lieferte nun die Maschine momentan mehr als das Durchschnittsquantum, so floss das Plus über den zweiten Ueberfall in den Brunnen zurück, und da ferner die Breite des zweiten Ueberfalls diejenige des ersten um ein Vielfaches übertraf, so wurde durch diesen Ausgleich eine nahezu constante Höhe des contrahirten zur Messung dienenden Strahles erzielt. Für Aufhebung der Horizontalgeschwindigkeit des im Bassin ankommenden Wassers war durch verstellbare Schützen und Diaphragmen entsprechend gesorgt. Durch diese Anordnungen war es möglich, bei gehöriger Zusammenfügung der einzelnen Blätter der Diagramme, ein fortlaufendes exactes Bild über den ganzen Gang des Versuches, soweit es Quantitäten betraf, zu erhalten.

Die Bestimmung der Wasserstände im Brunnen geschah mittelst justirten Schwimmers. Für jeden einzelnen Versuch waren die Schwankungen des Brunnenspiegels, namentlich nachdem für den Rücklauf des zuviel gepumpten Wassers gesorgt war, so unwesentlich, dass von einer Registrirung derselben, analog der Quantitätsmessung, abgesehen werden konnte.

Um die Einwirkung der Wasserentnahme aus dem Brunnen auf die umliegenden natürlichen Grundwasserstände zu ermitteln, wurden in radialer Richtung vom Brunnenmittelpunkte aus 4 Achsen gelegt, welche je nach den benachbarten Orten mit: Achse Neutzsch, in etwa nördlicher, Achse Schönefeld, nahezu in südlicher, und Achse Heiterer Blick und Parthe, in etwa östlicher bzw. westlicher Richtung liegend, bezeichnet wurden. Die Eingangs erwähnten Besitzverhältnisse gestatteten nun leider keine solche Disposition der Achsenlagen und Ausdehnung, wie es im Interesse des Versuchs erwünscht gewesen wäre. Nur 2 Achsen, Neutzsch und Parthe, konnten ihrer Ausdehnung nach vollständig entwickelt werden; der Lage nach war das entsprechend nur mit Achse Neutzsch der Fall. Die Lage der Achse Parthe musste sich der Grundstücksgrenze anschliessen, entgegen der Absicht, sie genau in die abfallende Strömungsrichtung des Grundwassers zu legen. Die weitaus wichtigste Achse war die Achse Schönefeld; sie sollte Anschluss über das der Untersuchung entzogene Terrain geben, und konnte diesen Zweck auch in Folge einer eigenthümlichen Configuration

der Grundstücksgrenze in nahezu befriedigender Weise erfüllen. Das im rechtlichen Sinne disponible Terrain schiebt sich auf der Ostseite der Strasse Schönefeld-Neutzsch in Form eines schmalen Flächenstreifens in die unzugänglichen Grundstücke viel tiefer ein, als dies auf der Westseite der Fall ist, wo der Brunnen sich befindet. Unter weiterer Benutzung der neutralen Strasse konnte die Achse Schönefeld auf eine Länge von 134,5 m, wenn auch in anderer, als der gewünschten Richtung, der Beobachtung zugänglich gemacht werden durch 3 Bohrungen, in bezw. 8,0—49,0—134,5 m Abstand vom Brunnenmittel. Die Achse Heiterer Blick, die unwichtigste von allen, weil gegen die Strömungsrichtung sich entwickelnd, blieb ebenfalls in ihrem entfernteren Theile verstümmelt. Man könnte den Einwand erheben, dass der Brunnen zum Zwecke der Schlussfolgerungen auf die Beschaffenheit des entzogenen Terrains besser auf der östlichen Seite der Strasse, und mit einer dann möglichen weiteren Annäherung von  $\approx 130$  m an die nicht zu überschreitende Grundstücksgrenze hätte erbaut werden können; allein in diesem Falle machte die Wasserabführung erhebliche Schwierigkeiten, und die Achsenentwicklung nach der gewünschten Seite hin wäre dann ganz Null gewesen. Der gewählte Platz dagegen gestattete eine gewisse Entwicklung und lieferte durch Zusammenhalt der Bohrungen mit den Depressionscurven ganz bestimmte Indicien. In den Achsen selbst wurden in entsprechenden Abständen Bohrungen niedergebracht, die weniger den Aufschluss von Schichtenfolgen, als die Aufdeckung des Grundwasserspiegels zum Zweck hatten. Diese Beobachtungsröhren dienten später zur Feststellung der horizontalen Bewegungswiderstände. Im Brunnen selbst fand der Wassereintritt vorwiegend durch die Sohle, und zwar der Natur der Sache nach, besonders an der unteren Kante des Brunnenkranzes statt. Behufs Messung der horizontalen Eintrittswiderstände, im Gegensatz zu den allgemeinen Bewegungswiderständen im umliegenden Terrain, wurden an der äusseren Brunnenlaibung Beobachtungsröhren niedergebracht.

Ein Fehler, der oft gemacht wird, und mehr als man glaubt, liegt in der häufig viel zu weit getriebenen Senkung des Brunnens; die Hoffnung, dadurch immer mehr Wasser aufzuschliessen, bringt zuweilen den entgegengesetzten Effect hervor, und ganz complicirt werden die Verhältnisse, wenn man es auf dem Versuchsfelde nicht mit einer einzigen, sondern mehreren Wasseretagen zu thun hat. Es kann hier nicht der Platz sein, näher auf dieses Thema einzugehen; im vorliegenden concreten Falle genügte zur Vermeidung von Fehlern nachstehendes Verfahren, wobei ausdrücklich hervorgehoben werden soll, dass es nicht für alle Fälle brauchbar und nur für die angewandte Senkungsmethode passend ist. Der effectiven Absenkung der Brunnensohle gingen nämlich, entsprechend dem Fortschritt der Arbeit, im Terrain des Brunnencylinders 3 Norton'sche Röhren voraus, deren untere Mündung 0,60 bis 2,20 m unter der jeweilig hergestellten Brunnensohle lag. Da die Senkung mit Wasserhaltung betrieben wurde, konnte stets die Spannungsdifferenz zwischen Wasser: Brunnenspiegel und Wasser: untere Rohrmündung, d. h. die verticalen Bewegungswiderstände bei Zurücklegung des Weges: untere Rohrmündung — Brunnensohle bestimmt werden; man war, ehe man die Schichten effectiv in Angriff nahm, stets schon vorher über deren Durchlässigkeit informirt und darnach richtete sich die Grösse der Brunnensenkung. Als diese in ihrer Totalität durch äussere vorher angeführte Umstände erschwert wurde, trat die partielle mittelst einzelner Röhren an ihre Stelle.

Es mag noch eine kurze Begründung der Beschaffenheit und Grösse des Brunnens folgen. Der Brunnen war, wie erwähnt, bis auf einige Lochsteine wasserdicht in Cement gemauert; er war somit nicht das, was man einen vollkommenen Brunnen nennt. Ein solcher würde entstehen, wenn die verticale Brunnenwand dieselbe Durchlässigkeit wie das Terrain besässe. Diesen Zustand zu erzielen, kann bei definitiven Ausführungen, und selbst dann nur in einer sehr beschränkten Anzahl von Fällen, wünschenswerth sein; bei einem dem Versuche dienenden Brunnen ist dieser Zustand ganz werthlos und äussere Umstände und Rücksichten machen ihn in vielen Fällen geradezu verwerflich. Die undurchlässige Wandung bietet für äussere, die Deformation des Brunnens anstrebende Kräfte doch ganz andere Reactionen, als die durchlässige, und wenn es sich darum handelt, Schichten von grosser Festigkeit zu durchfahren, wird der durchlässige Brunnen eher der Destruction, als der undurchlässige verfallen. Der zur Zeit in München durch den Verfasser erbaute und betriebene Brunnen musste verschiedene Nagelfluhbänke durchfahren, und wenn die bei der Absenkung unter den Brunnenkranz gelegten und abgeschossenen Dynamitpatronen den Brunnen nicht zum Einsturz brachten, so ist dies der Widerstandsfähigkeit seiner nur  $1\frac{1}{2}$  Stein starken, aber dicht in Cementmörtel hergestellten Umfassungswand zu verdanken, wobei nicht behauptet werden soll, dass man nicht durch Vermehrung der Wandstärken auch mit durchlässigen Wänden denselben Zweck erreichen kann. Die Eintrittsfläche wird durch die dichte Wandung allerdings verkleinert, und dieser Umstand bringt sofort auf die Frage nach dem Durchmesser.

In vielen Fällen, namentlich bei geringer Korngrösse der Schichten und grossem Wasserreichtum, wird durch zu geringe Grösse der Eintrittsfläche die Eintrittsgeschwindigkeit so bedeutend, dass

nicht Wasser allein, sondern ein Aggregat von Wasser und Material gefördert wird. Mittelst entsprechender leicht zu vollziehender Befestigung der Brunnensohle durch Schichten, deren Korngrösse nach oben in passender Weise zunimmt, ist dieser Uebelstand sofort zu beseitigen. Die Folge davon ist jedoch unausbleiblich eine bedeutende Zunahme der Eintrittswiderstände, hervorgerufen durch die nun festgelegten Bestandtheile des Untergrundes; damit steht eine nothwendig werdende grössere Depression des natürlichen Wasserstandes im Brunnen bei unveränderter Quantitätsentnahme im Zusammenhange. Trennt man jedoch bei der Beobachtung Eintrittswiderstände im Besonderen von Bewegungswiderständen im Allgemeinen, so hat diese höhere Depression keinen anderen Nachtheil, als vermehrte Förderhöhe und darauf kann es bei einem Versuche nicht ankommen. Ohnedies vollzieht sich nicht in allen Fällen in der Nähe des Brunnens die Bewegung des Wassers auf dem Wege der Infiltration, sondern in individuell ausgebildeten Kanälen; für letztere Bewegungsart gelten aber die bekannten nur für erstere zutreffenden Bewegungsgesetze nicht mehr; es findet eine gemischte Bewegung statt, und die in unmittelbarer Nähe des Brunnens oder gar in diesem selbst sich zeigenden Erscheinungen liefern bei dem heutigen Stande der Wissenschaft auf diesen Gebieten kein brauchbares Beobachtungsmaterial mehr. Ueberhaupt spielt die Depressionsgrösse im Brunnen eine direct sehr untergeordnete Rolle. Absenkungen zwischen 5 bis 7 Meter hat der Verfasser sowohl im vorliegenden als anderen Fällen schon angewendet und gerade diese Höhe ist es, welche indirect schätzbare Aufschlüsse liefert. Versuchsbrunnen von mehr als 3 m l. D. Durchmesser sind, wenn auch nicht nachtheilig, so doch in ihren darüber hinausgehenden Maassen werthlos. — Was selbst, wenn sonst die Verhältnisse günstig liegen, mit einem Brunnen von 3 m l. D. geleistet werden kann, beweist der Münchener Brunnen, dem jetzt, soweit die Beobachtungen reichen, constant 200 Sekl. entnommen werden.

Eine Befestigung der Sohle des vorliegend besprochenen Brunnens fand im obigen Sinne an der Durchbruchstelle des schmiedeeisernen Kranzes statt. Dort hatte das einströmende Wasser die Dislocation des Materials nicht mehr im Sinne von unten nach oben, sondern von links nach rechts, also ohne gleichzeitige Hebung der Bestandtheile des Terrains, veranlasst, und da hierfür eine kleinere Wassergeschwindigkeit, als für die mit Hebung verbundene Dislocation genügt, war die Befestigung nöthig.

Ueber alle anderen hier nicht speciell erwähnten Dispositionen, wie Lage und Entfernung der Bohrungen, Situation des Entwässerungsgrabens u. dgl., giebt Blatt XVI die nöthige Auskunft.

#### Betrieb des Brunnens.

Bevor auf die Besprechung der speciellen Versuchsergebnisse eingegangen wird, möge eine kurze, jedoch nur den vorliegenden Fall möglichst erschöpfende Darstellung der einschlagenden Verhältnisse gestattet sein; es würde dies nicht geschehen, wenn es möglich wäre, auf eine erschöpfende und zuverlässige Literatur zu verweisen.

Die Anlage von Versuchsbrunnen geschieht, oder sollte ausnahmslos geschehen, in einem Terrain, in welchem eine dem Grundwasser eigenthümliche Strömung durch Nivellement der Grundwasserspiegel von vornherein nachgewiesen ist. Der Mangel einer solchen bedingt zwar noch keineswegs den momentanen oder auch zukünftigen Nichterfolg einer Wasserfassungsanlage, allein das Vorhandensein einer Strömung kürzt den Weg der Betrachtungen erheblich ab und liefert leichter, zuverlässiger und zwangloser die Indicien für Beurtheilung der Sachlage. Wird nun durch den Betrieb eines Brunnens, also localisirte Entnahme von Wasser aus dem Strome, dessen natürlicher Zustand aufgehoben, so folgt jedes innerhalb der Wirkungsgrenze des Brunnens liegende Wassermolekül zwei Geschwindigkeiten, die allerdings auf dieselbe Kraft, die Schwere, zurückzuführen sind. Die eine Geschwindigkeit ist die dem Wasser von vornherein eigenthümliche, die andere die Wirkung der durch den Brunnen ausgeübten Attraction und aus diesen beiden Componenten setzt sich die effectiv stattfindende Resultante zusammen.

Stellt man sich der Einfachheit wegen die natürlichen Geschwindigkeitsrichtungen als unter sich parallel und den Untergrund als gleichmässig gelagert vor, so werden die Grundwasserhorizontalen sich als unter sich parallele Linien mit je gleichen Abständen darstellen. Die Einwirkungsgrenze des in Thätigkeit tretenden Brunnens wird bis dahin reichen, wo dieser Parallelismus gestört ist. Innerhalb dieser Grenze lässt sich jedoch wiederum in den Vorgängen ein wichtiger prinzipieller Unterschied machen; in grösserer oder geringerer Nähe der Einwirkungsgrenze werden sich benachbarte Wassermoleküle befinden, von denen das eine, dem Brunnen näher liegende, seinen Weg mit dem Eintritt in den Brunnen beendet, während das andere nur eine Störung seines natürlichen Laufes erfährt und, nach entsprechender Ablenkung durch die Gravitation nach dem Brunnen, früher oder später seinen Weg wieder fortsetzt, ohne in den Brunnen zu fallen. Da beide Moleküle durch den Brunnen beeinflusst sind, so folgt, dass die Einwirkungsgrenze nicht zusammenfällt mit der Entnahmegrenze desselben; beide werden in ihrer Lage um so mehr differiren, je

grösser die natürliche Geschwindigkeit gegenüber der künstlichen ist, und beide fallen zusammen, wenn die natürliche Grundwassergeschwindigkeit Null wird, man also aus einem secartigen Grundwasserbecken schöpft. Der Brunnen empfängt alles Wasser dem Wesen der Sache nach nur von dem Theile des Grundwasserstromes, welcher oberhalb seines Aulageortes liegt; der Erscheinungsform nach empfängt er von allen Seiten Wasser. Fällt man vom Brunnenmittelpunkte aus im Höhenschichtenplan eine Normale auf die Horizontalen gegen die Strömungsrichtung, so ist diese Normale ein gerader Wasserweg und zwar der kürzeste, welcher überhaupt von einem Molekül beschrieben wird; alle anderen Wege werden Curven bilden. Das an der Entnahmegrenze liegende Molekül wird seinen Weg seitlich vom Brunnen entfernt, weit über denselben hinaus, fortsetzen, dann rückläufig werden und schliesslich an einem Punkte, diametral entgegengesetzt dem Schnittpunkte obiger Normale mit der Brunnenlaibung, in radialer Richtung in den Brunnen eintreten; sein Weg ist der längste, den überhaupt ein in den Brunnen gelangendes Wassermolekül zurücklegt.

Denkt man sich nun vom Brunnenmittel aus parallel und senkrecht zu den ursprünglich unbeeinflussten Grundwasserhorizontalen je zwei Profile gelegt, so wird die obere Begrenzungslinie dieser Profile, die Depressioncurve, verschiedene Formen zeigen, je nach Lage der Profile. Die Beiden parallel der Horizontalen, also senkrecht zur Strömungsrichtung gelegt, sind einander symmetrisch; die Depressioncurven zeigen vom Brunnen bis zur Einwirkungsgrenze aufsteigende Tendenz und werden schliesslich horizontal. Das gegen die Strömungsrichtung gelegte Profil zeigt in der Depressioncurve ebenfalls steigende Tendenz, bis die Curve in die natürliche Gefällsneigung des Grundwassers übergeht; die in der Strömungsrichtung liegende Curve zeigt anfänglich ebenfalls aufsteigende Tendenz, culminirt, und geht in die absteigende Linie des natürlichen Grundwasserspiegels über. Der Culminationspunkt ist der Ort, wo die natürliche Grundwassergeschwindigkeit gleich der durch den Brunnen erzeugten künstlichen ist.

Ist der Brunnen nicht im Betriebe, so gehen die Depressioncurven senkrecht zur Strömungsrichtung in gerade horizontale, parallel zu derselben in gerade geneigte Linien über. Die Form, welche somit der durch den Brunnenbetrieb beeinflusste natürliche Grundwasserspiegel annimmt, kommt in den Profilen senkrecht zur Strömungsrichtung ausschliesslich auf Rechnung der Gravitation gegen den Brunnen hin; in den anderen Profilen kommt dagegen die natürliche Strömungsgeschwindigkeit zur Mitwirkung, und zwar in dem Profil gegen die Strömungsrichtung im positiven, im Profil mit der Strömungsrichtung im negativen Sinne. Legt man eine diagonale Achse, so kommen in ihr die betreffenden Componenten der natürlichen Geschwindigkeit zur Wirkung.

Für Bewegung im durchlässigen Terrain gilt das Darcy'sche Filtrationsgesetz, von dem später noch die Rede sein wird; nach ihm ist die Geschwindigkeit proportional den Widerständen, also dem Gefälle, bei sonst ungeänderten Verhältnissen. Zieht man nun 2 Beobachtungsröhren in Betracht und bestimmt die Cotendifferenzen ihrer Wasserspiegel im natürlichen und beeinflussten Zustande, so ist der Unterschied dieser Differenzen derjenige Widerstand, welcher der künstlichen Geschwindigkeit zukommt. Die Unterschiede können positiv oder negativ sein.

Bezeichnet:

$$\begin{aligned} v_n & \text{ natürliche Geschwindigkeit,} \\ v_k & \text{ künstliche} \quad - \\ d_n & \text{ natürliche Spiegeldifferenz,} \\ d_k & \text{ künstliche} \quad - \\ \text{so ist: } \frac{v_n \pm v_k}{v_n} & = \frac{d_n \pm d_k}{d_n} \end{aligned}$$

Zur Erläuterung ein Beispiel: in zwei in einer Achse liegenden Röhren  $a_0$  und  $a_1$ , von denen  $a_0$  dem Brunnenmittel näher liegt als  $a_1$ , hat man gefunden, dass der natürliche Wasserspiegel in  $a_1$  um 20 cm höher liegt, als in  $a_0$ . Dieses Maass von 20 cm sind die Widerstände, welche die in der betreffenden Achse liegende Componente der natürlichen Grundwassergeschwindigkeit bei Zurücklegung des Weges von  $a_1$  nach  $a_0$  hin zu überwinden hat. Nach eingeleitetem Betriebe des Brunnens sei obiges Maass von 20 cm auf 50 cm gestiegen und, da nun 20 cm den natürlichen Widerständen zukommen, so verbleiben für die künstlich erzeugten noch 30 cm übrig. Die Widerstände sind proportional der Geschwindigkeit, mithin verhält sich die natürliche Geschwindigkeit bzw. deren Componente zur künstlichen wie 2:3 und beide sind gleichsinnig gerichtet. Die analoge Betrachtung findet statt, wenn beide Geschwindigkeiten nicht gleichsinnig gerichtet sind.

Trägt man demnach die effectiv beobachtete Depressioncurve auf und addirt, bzw. subtrahirt zu ihren Ordinaten die vorher beobachteten correspondirenden Grundwassergefälle, so resultirt eine Curve, welche die Einwirkung des Brunnens so darstellt, wie sie sich in einem ursprünglich horizontalen Grundwasserspiegel gestalten würde. Diese Curve möge im Gegensatz zur beobachteten, der effectiven, die reducirte Curve heissen.

Für diese Curven hat der Verfasser die betreffenden Formeln aufgestellt in seiner Abhandlung: „Die Ergiebigkeit artesischer Bohrungen, Schachtbrunnen und Filtergalerien im Journale für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung,“ 1870, pag. 450. Die Abhandlung stützt sich auf das von Darci experimentell gefundene Filtrationsgesetz, wonach das von einem Filter von constantem Querschnitt gelieferte Quantum direct proportional dem Product aus Filterfläche, Druckhöhe und Coëfficient, und indirect proportional der Dicke der Filterschicht ist.

Bezeichnet für einen Schachtbrunnen:

- Q das Quantum
- H die Mächtigkeit der wasserführenden Schicht,
- h den Wasserstand im Brunnen, von der undurchlässigen Schicht ab gerechnet,
- R die Entfernung der Einwirkungsgrenze vom Brunnen,
- r den lichten Durchmesser des Brunnens,
- k einen Coëfficienten, abhängig von der Beschaffenheit der wasserführenden Schicht,
- y u. x die Coordinaten der Depressioncurve; die Abscissenachse als horizontal angenommen, und den Coordinatenanfangspunkt in den Schnittpunkt der Brunnenachse mit der undurchlässigen Schicht gelegt, so ist die Gleichung der Depressioncurve

$$y = \sqrt{\frac{Q}{k} \ln \frac{x}{r} + h^2} \dots \dots \dots 1)$$

und das Quantum

$$Q = k \frac{H^2 - h^2}{\ln \frac{R}{r}} \dots \dots \dots 2)$$

Im Weiteren ist a. a. O. nachgewiesen, dass Q seinen Werth nicht ändert, wenn der ursprünglich als horizontal angenommene Grundwasserspiegel eine constante Neigung erhält, dem Grundwasser also dadurch eine ihm eigenthümliche constante Geschwindigkeit ertheilt wird. Alle übrigen Verhältnisse bleiben dabei ungeändert. Im Verfolg werden diese Formeln benutzt werden.

Die Beobachtungsergebnisse der einzelnen Versuche sind theils, wie schon erwähnt, durch Diagramme des Registrirapparates hergestellt, theils sind sie in übersichtlicher Weise in den 2 Beilagen: Versuchsprotokolle — Abstiche und Coten\*) — enthalten. Blatt XVI zeigt die Lage und Form der Depressioncurven, die Diagramme über die Ergiebigkeiten als Function der Depression und der Zeit u. s. w.

Die Versuche bestanden der Anzahl nach in 3 Vorversuchen und einem definitiven Versuche. Es lag dem Verfasser, im Besitz des Vertrauens seiner Auftraggeber, keineswegs daran, aus einem Brunnen ein möglichst grosses Quantum Wasser sichtbar zu fördern und auf diese Weise eine günstige Meinung hervorzurufen, die lediglich das Resultat einer sichtbaren Erscheinung ist; denn an und für sich hat diese Erscheinung weniger Bedeutung, als die sie begleitenden, nicht in die Augen springenden Nebenumstände. Wenn trotzdem der definitive Versuch mit dem Maximum der möglichen Absenkung durchgeführt wurde, so gaben die Resultate der vorhergehenden die Nothwendigkeit dafür.

1. Versuch.

Die Depression des natürlichen Spiegels ging von Cote 110,93 auf 104,70 m, betrug also 6,23 m. Die Förderhöhe war ca. 12,7 m. Da die Maschine für Förderung einer grösseren Quantität als 49 Sekl. auf genannte Höhe nicht ausreichend war, wurde der Versuch mit Entnahme dieser Quantität eingeleitet und die Senkung des Spiegels als eine Function der Zeit gemessen. Es wird schon hier bemerkt, dass die analogen Beobachtungen bei den späteren Absenkungen so benachbarte Werthe ergaben, dass die Linien des Diagramms fast bis zur Unkenntlichkeit zusammenfallen. Der Beginn des Versuches fiel auf den 10. Januar 1879 und war mit mannichfachen Störungen verbunden, so dass vom 16. zum 17. Januar eine Betriebsunterbrechung stattfand. Nach Wiederaufnahme des Betriebes wurde derselbe bis zum 25. Januar fortgesetzt. Wenn auch nicht behauptet werden konnte, dass mit diesem Termin der für einen definitiven Versuch nothwendige Beharrungszustand eingetreten war, so wiesen doch alle Beobachtungen darauf hin, dass man von diesem Zustande nicht mehr weit entfernt war, und in Anbetracht des vorläufig zu erreichenden Zweckes einer Orientirung genügte diese Annäherung vollständig und um so mehr, als der definitive Versuch unter denselben Verhältnissen stattfand, als der erste Vorversuch. Die Ergiebigkeit betrug am Ende des Versuches 31 Sekl., genau soviel, als schliesslich der definitive Versuch ergab. Am 17. Januar war die Ergiebigkeit 38 Sekl. und waren somit 7 Sekl. der Rückgang in 8 Tagen. Wie es in der Natur der Sache liegt, vollzog

\*) Nicht mit abgedruckt.

sich dieser in den ersten Tagen schneller als in den letzten; das Diagramm giebt darüber Auskunft. Der nach Einstellung des Betriebes sich selbst überlassene Wasserspiegel wurde in seinen Hebungen beobachtet und gemessen.

Der Gang der Hebung geht aus dem betreffenden Diagramm hervor. Eine analytische Verwendung der so gewonnenen Curven hat der Verfasser bis jetzt noch nicht gefunden; allein sie haben eine praktische Bedeutung. — Wenn, wie es hier der Fall ist, die Spiegelhebung nach dem ersten Vorversuch fast genau in derselben Weise sich vollzieht, wie diejenige nach Einstellung des definitiven Versuches, so giebt dieser Umstand eine hohe Berechtigung zu der Behauptung, dass vom 25. Januar bis 17. März, als den betreffenden Beobachtungstagen, keine Veränderung in dem umgebenden Terrain stattgefunden hat, dass sich also weder individuelle Kanäle im Untergrunde gebildet haben oder schon gebildete wieder eingestürzt sind, und dass bei fluctuirenden Quantitäten oder Spiegelcoten die Ursachen nicht in Veränderungen des Untergrundes liegen, sondern dieser als Constante zu betrachten ist. Dabei ist allerdings die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass Veränderungen dennoch stattgefunden und die positiven Grössen derselben gleich den negativen sind. Während des Versuches fanden sowohl Messungen der Wasserstände in den Beobachtungsröhren und Bohrungen, als auch in den entfernteren Dorfbrunnen statt, die unmöglich innerhalb der Einwirkungsgrenze des Versuchsbrunnens liegen konnten. Der Gang der Spiegel geht aus der Beilage: Versuchsprotokoll, Coten hervor.

## 2. Versuch.

Da die natürliche Spiegelcote des Brunnens nicht mehr vorhanden war, musste zur Beurtheilung der Depressionsgrösse die für den vorigen Versuch benutzte Cote dienen, also angenommen werden, dass eine Aenderung im allgemeinen Grundwasserstande nicht stattgefunden habe. In wie weit man dazu berechtigt ist, darüber geben die ausserhalb der Brunneneinwirkung liegenden Dorfbrunnenspiegel Auskunft und zwar im bejahenden Sinne. Die Depression ging von Cote 110,93 m auf 106,66 m, betrug also 4,27 m und die Ergiebigkeit war 21 Sekl. Der Versuch umfasste die Tage vom 27. Januar bis mit 4. Februar 1879. Sowohl beim Beginn als am Ende des Versuches fanden Beobachtungen der Spiegelsenkungen bzw. Hebungen in vorgedachter Weise statt. Für den Beharrungszustand gilt das bei Besprechung des ersten Versuches Gesagte.

## 3. Versuch.

Die Versuchsdauer war vom 6. bis 13. Februar. Dieser Versuch war, wie die Folge lehrte, der weitaus lehrreichste und somit wichtigste aller Vorversuche und deshalb wurde bei ihm der Eintritt des Beharrungszustandes vollkommen herbeigeführt; weil mit einer Ueberdepression begonnen wurde, war es möglich, in der relativ kurzen Versuchsdauer dies zu erreichen. Da die Pumpe für ein so kleines Quantum, wie es dieser Versuch lieferte, nicht mehr direct brauchbar war, floss ein grosser Theil des geförderten Quantums in den Brunnen zurück. Die Depression erfolgte von Cote 110,93 m auf 108,88 m, betrug somit 2,05 m und die entsprechende Ergiebigkeit war 9 Sekl. Senkungen und Hebungen wurden in erwähnter Weise gemessen.

## 4. Versuch (definitiver).

Dieser dauerte vom 15. Februar bis mit 17. März 1879. Die Depression erstreckte sich von Cote 110,93 m bis 107,74 m, hatte also den Werth von 6,19 m, nahezu übereinstimmend mit dem correspondirenden Werthe des ersten Versuches. Die Ergiebigkeit betrug 31 Sekl. Der Beharrungszustand trat in den Tagen zwischen 5. und 10. März mit aller Sicherheit ein.

Von den Beobachtungsachsen mit den ihnen zukommenden Depressionscurven sind für unmittelbare Beurtheilung die senkrecht zur Grundwasserströmung gerichteten die weitaus wichtigsten. Im vorliegenden Falle sind dies die Achsen Neutzsch und Schönefeld; an Bedeutung folgt ihnen die mit der Strömungsrichtung gleichsinnige, also die Achse Parthe und von untergeordneter Bedeutung, wenigstens im vorliegenden Falle, ist die gegen die Strömungsrichtung liegende Achse, also Achse Heiterer Blick.

Die am umständlichsten, wenn auch nicht am schwierigsten zu lösende Hauptaufgabe des Brunnensbetriebes besteht in der Feststellung der Lage der Entnahmegrenzen des Brunnens. Die Depressionscurven geben nur Auskunft über die Lage der Einwirkungsgrenze und beide Lagen fallen, wie oben schon auseinandergesetzt, keineswegs zusammen. Die Grenzbestimmung hat den Zweck, durch sie zu erfahren, wie gross der aliquote Theil des allgemeinen Grundwasserstromes ist, der in den Bereich des Brunnens fällt. Da nun ferner im Allgemeinen die ganze Breite des Stromes bekannt ist, wird man bei ziemlich gleichartiger Beschaffenheit des Untergrundes vom Besonderen auf's Allgemeine zu schliessen das Recht haben.

Die Entnahmegrenze ist nur durch Construction eines Höhengliedtenplans des künstlichen Wasser-

spiegels zu bestimmen. Es mag möglich sein, zu demselben Resultate auch auf analytischem, statt experimentellem Wege zu gelangen, allein vorläufig ist dies nicht wahrscheinlich.

Am 28. Februar 1879 wurde deshalb mit Abbohrung des Quadranten zwischen Achse Parthe und Achse Neutzsch begonnen, in welchem nothwendiger Weise die Grenze liegen musste. Es wurden 3 Diagonalen gelegt und in diesen je 2 Bohrungen in derselben Art, wie die Beobachtungsröhren in den Achsen, niedergebracht, ausserdem wurden in der Partheniederung 5 Schurflöcher aufgeworfen.

Neu aufgedeckte und schon früher benutzte Wasserspiegel wurden nun gehörig cotirt, und aus diesen Unterlagen der Höhenschichtenplan entwickelt. Auf Blatt XVI sind nur die Horizontalcurven der ganzen und halben Meter aufgetragen, während auf dem zur Unterlage dienenden Blatte dies in Abständen von je einem Decimeter geschah.

Während die Messungen noch an Ort und Stelle vollzogen wurden, begann vom 7. März ab die Parthe zu steigen und hatte am 15. März die Thalniederung vollständig inundirt. In der Nähe des Versuchsbrunnens erreichte der Wasserspiegel die Cote von  $\approx 110,0$  m. Dies wäre an sich für die Messungen bedeutungslos gewesen, allein es kam ein Nebenumstand hinzu, der von grossem Einflusse war. Nördlich von Neutzsch fliesst die Parthe in beinahe nordwestlicher Richtung, also normal zur allgemeinen Richtung ihres Laufes; diese Richtung nimmt sie in der Nähe des Versuchsbrunnens wieder an, fliesst also dort südwestlich. Der Versuchsbrunnen liegt somit angenähert innerhalb der Schenkel eines rechten Winkels, gebildet durch die Parthe. Die Grundwasserspiegel wurden nun im Allgemeinen in unmittelbarer Nähe der Parthe durch deren Steigen sofort beeinflusst; sie mögen theils nur gestaut worden sein, theils mag Parthenwasser direct in den Untergrund eingedrungen sein und dort eine Strömungsrichtung erzeugt haben, die entgegengesetzt der gewöhnlichen des Grundwassers war. Die Parthe hat von Plösen bis zu der Brücke Neutzsch-Mockau 0,62 bis 1,62 m Gefälle, je nachdem man mit Untergraben- oder Obergrabenspiegel der dasigen Mühle rechnet. Der höhere Wasserstand oberhalb Neutzsch, verbunden mit Configuration des Flusslaufes und in Folge des nicht gleichzeitigen Steigens des unbeeinflussten Grundwassers, veranlasste nun auf dem linken Ufer der erwähnten nordwestlichen Strecke der Parthe deren Eintritt in den Untergrund.

Wie aus der Lage der unbeeinflussten Grundwasserhorizontalen, Blatt VII, hervorgeht, musste dadurch oberhalb Neutzsch die natürliche Strömungsrichtung in die entgegene umgekehrt werden, und da in Neutzsch selbst die unbeeinflusste Grundwasserhorizontale 110,0 m um  $90^\circ$  umbiegt, musste unterhalb Neutzsch die normale Grundwasserströmung in eine etwa senkrecht auf sie gerichtete umgeändert werden, und dies wurde thatsächlich beobachtet. Auf Blatt XVI zeigt Curve (110,0) den natürlichen, Curve 110,0 dagegen in ihren einzelnen Theilen den durch verschiedene störende Einflüsse bedingten Zustand. Der Theil zwischen Terraincurve 111,0 und ca. 116,5 verdankt seine Lage der Inundation der Parthe; zwischen Terraincurve 117,0 und 118,5 manifestirt sich der Einfluss der deprimirenden Wirkung des Brunnens, und nur das kurze Stück zwischen Terraincurve ca. 116,5 und 117,0 zeigt den, weder durch den einen, noch durch den anderen Einfluss alterirten natürlichen Stand des Grundwassers; hier liegt auch die Entnahmegrenze des Brunnens.

Auf dem zur Unterlage dienenden Blatte findet sich dieser Gang nicht an einer, sondern an mehreren Curven in gleicher Weise. — Wenn es gelang, diese Thatsachen überhaupt festzustellen, so ist dies dem Zufall zu verdanken, dass die Parthe-Inundation nicht zwei Tage früher eine solche Ausdehnung gewann. Einige Tage später wären die Unterschiede vollkommen verwischt worden, es würde nicht mehr möglich gewesen sein, die Inundation und die Depression in ihren Wirkungen zu unterscheiden und somit die Einwirkungsgrenze festzustellen.

Auf Grund des Specialblattes ergibt sich senkrecht zur natürlichen Strömungsrichtung gemessen für die Entnahmegrenze eine Länge von 180 m, so dass die nördliche Seite des Brunnens aus dem allgemeinen Grundwasser-Querprofil eine Länge von 180 m eliminirt. Entsprechend der Depressionscurve Achse Neutzsch liegt die Einwirkungsgrenze bei Bohrloch III in Entfernung vom Brunnenmittel von 234 m; es differirt mithin die Lage beider Grenzen um 54 m. Derselbe Untersuchungsgang konnte leider für die entgegengesetzte südliche Seite wegen Unzugänglichkeit der Terrains nicht durchgeführt werden; nach Lage der Depressionscurve für Achse Schönefeld muss auf dieser Seite die Entnahmegrenze dem Brunnen erheblich näher liegen; Verfasser schätzt die Entfernung nach Analogie auf 150 m, so dass der ganze Brunnen einen Terrainstreifen von 330 m Breite entwässert. Zieht man zunächst die Strecke Schönefeld-Neutzsch mit etwa 2000 m Länge in Betracht, so würden, wenn die Resultate des Brunnens für die ganze Strecke gelten sollen, diesem im Ganzen 190 Sekl. oder per Tag 16 400 cbm zu entnehmen sein.

Das ist nun an und für sich wohl ein gutes, im Verhältniss zur geforderten Leistung jedoch kein glänzendes Resultat.

Betrachtet man jedoch dieses Ergebniss nicht in seinen äusseren Beziehungen, sondern in seiner

inneren Beschaffenheit, so gewinnt die Sache ein wesentlich verändertes Aussehn. Vergleicht man die 3 Vorversuche, bezw. den 2. und 3. mit dem definitiven, und zwar zunächst nur in Bezug auf die Gestaltung der Depressionscurven der Achsen Schönfeld und Neutzsch und auf die Ergiebigkeit bei den verschiedenen Absenkungen, so ist es auffällig, dass die gewonnenen Quantitäten fast genau proportional der Depression sind. Das ist kein normales Verhalten. Wenn nicht ganz bedeutende Wechsel in der Beschaffenheit des Untergrundes stattfinden, muss die Zunahme an Ergiebigkeit mit der zunehmenden Depression abnehmen, d. h. wenn für den ersten Depressionsmeter sich die Ergiebigkeit mit  $Q$  Liter herausstellte, muss sie für die ersten zwei Meter weniger als  $2 Q$  Liter betragen oder für  $n$  Meter bedeutend weniger als  $n Q$  Liter. Der Werth von  $Q$  als Function der Depression oder deren Complement ist durch die Formel (2) ausgedrückt und danach muss die Ergiebigkeitscurve eine Parabel und keine gerade Linie sein. Es mag hier eingeschaltet werden, dass die horizontalen Eintrittswiderstände in der Brunnensohle so unbedeutend waren, dass sie vernachlässigt werden konnten, und dass ferner der Gang der Curven den Vollzug der Wasserbewegung auf dem Wege der Infiltration bis zum Brunnenmantel darthut, es also zulässig war, die im Brunnen stattfindenden Depressionen unverkürzt in Rechnung zu ziehen.

Auf Blatt XVI sind in den Achsen Schönfeld und Neutzsch neben den effectiv beobachteten auch die reducirten Curven, sowie die natürlichen Grundwasserstände aufgetragen. Verfolgt man den Gang der dem dritten Vorversuch mit 9 Sekl. Ergiebigkeit zugehörigen Curve, so ersieht man, dass in Achse Neutzsch, Bohrloch III und Achse Schönfeld 3 diese relativ geringe Entnahme eine ganz bedeutende Depression des natürlichen Spiegels hervorbringt und Entnahme- sowie Einwirkungsgrenze dem entsprechen müssen. Die weitere Depression, welche, veranlasst durch den Versuch 2 und den definitiven mit bezw. 21,0 und 31,0 Sekl. Ergiebigkeit, der betreffende Spiegel erleidet, sind im Zusammenhalt mit der ersten Depression ausserordentlich klein, und dem entsprechend verschieben sich auch die betreffenden Grenzen gegen die Lage des dritten Versuches relativ wenig.

	0	9	21	31	Sekl.
Differenz . . . . .		9	12	10	
Depression in Bohrloch III	0	0,66	0,73	0,84	m
Differenz . . . . .		0,66	0,07	0,11	m.

In Bohrloch III betrug demnach die Depression des natürlichen Standes bei 9 Sekl. Entnahme 66 cm, und sie nahm nur um den vierten Theil dieses Werthes zu für die Steigung des Quantum auf das 3, 4fache. Die Zunahme an Ergiebigkeit findet demnach statt in Folge einer sehr geringen Zunahme der Breite des zu entwässernden Flächenstreifens, d. h. es müssen ausserhalb der Entnahmegrenze des dritten Versuches Grundwasserströme sich befinden, welche relativ bedeutend mächtiger und reichhaltiger sind, als diejenigen, auf welche der dritte Versuch entwässernd einwirkt.

Soweit Analogien und Schätzung reichen, wird beim dritten Versuch mit 9 Sekl. Ergiebigkeit ein Flächenstreifen von ca. 250 m entwässert; es entfallen somit auf 10 m Breite 0,36 Sekl.; dem durch die stärkere Depression veranlassten Zuwachs von 22 Sekl. und 80 m Einwirkungsbreite entsprechen dagegen 2,75 Sekl. per 10 m Breite, d. h. der hydrologische Werth der beiden Streifen verhält sich, rund, wie 1:8. Aehnliche Verhältnisse in Bezug auf Depression zeigt Achse Schönfeld 3.

Das Ergebniss ist: Der Brunnen steht in relativ wasserarmem Terrain, welches seitlich von wasserreichem Terrain begrenzt wird; nur starke Depressionen sind im Stande, dieses Terrain zu erreichen und seinen Wasserreichthum theilweise in den Entnahmebereich des Brunnens zu ziehen. Die grosse Unregelmässigkeit des Untergrundes, welche die Erkenntniss der wahren Verhältnisse schon im Laufe der Voruntersuchungen so erschwerte, manifestirt sich auch hier und man ist nicht berechtigt, vom Verhalten des Brunnens einen giltigen Schluss auf das Allgemeinverhalten des in Aussicht genommenen Terrains zu ziehen. Der Brunnen steht in seinen Ergebnissen unter dem Durchschnittswerthe.

Die Achse Heiterer Blick, also entgegengesetzt zur Richtung des natürlichen Grundwasserstromes, zeigt ein ähnliches Verhalten. Für sie gilt:

	0	9	21	31	Sekl.
Differenz . . . . .		9	12	10	
Depression in III	0	0,85	1,10	1,40	
Differenz . . . . .		0,85	0,25	0,30	

Daraus geht hervor, dass auch in östlicher Richtung die Grenze des schwer durchlässigen Terrains nicht weit vom Brunnen entfernt liegen kann, und dass in dies wasserreiche Terrain das schwer durchlässige, in welchem sich der Brunnen befindet, wie eine Landzunge hineinragt. Im Uebrigen ist dies eine Betrachtung ohne praktischen Werth, denn die Gestaltung der Curven nach dieser Richtung hin giebt zwar Aufschluss

über die Art und Weise der Wasserbewegung, es ist jedoch quantitativ gleichgiltig, wie sich innerhalb der Entnahmegrenze diese vollzieht.

Die Depressioncurven der Achse Parthe zeigen, dass es gewagt ist, mit der Wasserfassung sich mehr der Thalniederung zu nähern, als es geschehen; der Eintritt eisenhaltigen Wassers dürfte bei grösserer Annäherung nicht mehr als ganz ausgeschlossen zu betrachten sein. In der Zeichnung schneiden sich die Depressioncurven des definitiven und zweiten Versuches. Die Hauptursache liegt darin, dass gegen Ende des definitiven Versuches sich die stauende Wirkung der inzwischen eingetretenen Inundation der Partheniederung auf diese Achse geltend machte, während die anderen Achsen noch unbeeinflusst waren. Der natürliche Wasserspiegel in Achse Parthe Bohrloch I fand jeden Falls in der Zeit vom 2. bis 6. März mit Cote 109,57 bis 109,58 m statt, allein auch er ist um 8 cm höher, als der correspondirende des zweiten Versuches mit Cote 109,49 bis 109,50 m, und die Curven würden sich, wenn auch viel weiter vom Brunnen entfernt, als in der Zeichnung angegeben, dennoch schneiden. Die Erklärung für die Erscheinung kann nur darin bestehen, dass der Schwankungsgang des Grundwassers in der Partheniederung ein anderer war, als derjenige des Wassers der Hochebene.

Es war z. B. Brunnen von Kuntze in Neutzsch, Spiegelcote am 18. November 1878, 110,10 m gegen 110,03 am 5. März 1879; der benachbarte Brunnen von Arnold ergab bezw. 109,98 und 110,01 m.

Während der Erste um 0,07 m sank, stieg der Zweite um 0,03. Wenn also unter denselben Einflüssen stehende Spiegel solches Verhalten zeigen, um wie viel mehr sind lokale Differenzen da zu erwarten, wo die Einflüsse örtlich und zeitlich verschieden sind. Im Uebrigen ist das Verhalten genannter Brunnen unter Berücksichtigung der in der Beilage, Spiegelcoten, enthaltenen Zwischenwerthe ein hinreichender Grund für die im Vorstehenden gemachte Annahme der Unveränderlichkeit des natürlichen Grundwasserstandes der Hochebene während der Versuchsperiode, und zwar für die unmittelbar an die Niederung grenzenden Theile mindestens bis zum 5. März.

Die Qualität des Wassers wurde durch Herrn Professor Dr. Fr. Hofmann bestimmt; nachstehend die Untersuchungsergebnisse:

„An den Rath der Stadt Leipzig.“

„Nachdem der ergebendste Unterzeichnete die Resultate der zahlreichen Wasseranalysen, welche bei der Bearbeitung einer weiteren Wasserversorgung für die Stadt Leipzig in den mehr als 44 Bohrlöchern und Nortons rechts und links des Pleisenthaler gefordert wurden, dem Herrn Ingenieur Thiem übergeben hatte, erübrigt demselben noch die Mittheilung der Wasseruntersuchung, welche sich auf die Probe bezieht, die dem bei Neutzsch angelegten Versuchsbrunnen entstammt.

Der Unterzeichnete sieht von einer Aufführung der sämtlichen früheren Analysen ab, da sie (an den verschiedenen Orten entnommen) nur als Qualitätsbestimmungen über die Brauchbarkeit des lokal vorhandenen Wassers Aufschlüsse geben sollten und in der Bearbeitung des Herrn Thiem Platz gefunden haben.

Dieselbe wird auch die Wasseranalysen enthalten, welche sich auf frühere Proben beziehen, die von der Neutzscher Gegend aus Bohrlöchern oder Nortons entnommen wurden, und so die Wasserbeschaffenheit während eines ganzen Jahres verfolgen lassen.

Aus dem Versuchsbrunnen selbst kamen zwei Proben zur Untersuchung, die eine sehr bald im Beginne des Betriebes, die zweite am Schlusse desselben.

Die Bestimmungen, zu welchen jedesmal 1000 cbcm Wasser für die Einzelwerthe eingedampft wurden, geschahen nach den bekannten Methoden auf gewichtsanalytischem Wege.

Die erste Probe, den 5. Dezember 1878 geschöpft, enthielt im Liter:

0,272 gr feste Bestandtheile (bei 100° C. trocken)  
0,1063 - Kalk  
0,008 - Magnesia  
0,0214 - Schwefelsäure  
0,0150 - Kochsalz,

kein Eisen, Ammoniak, salpetrige Säure; minimale Spuren von Salpetersäure.

Die zweite Probe wurde entnommen in Gegenwart des Herrn Oberbürgermeisters Dr. Georgi am 15. März 1879, nachdem durch eine Lokomobile seit December 1878 ununterbrochen täglich ca. 2000 cbm Wasser gefördert wurden.

In einem Liter enthielt die Probe:

0,282 gr feste Bestandtheile,	0,023 gr Schwefelsäure,
0,093 - Kalk,	0,015 - Kochsalz.

Der qualitative Befund auf Eisen, Ammoniak u. s. w. ist derselbe, wie er bei der vorgenannten Probe am 5. December erhalten wurde.

Die Wasserquantität ausser Acht lassend, muss das Wasser, für eine Wasserversorgung bestimmt, als ein „Vorzügliches“ bezeichnet werden.

Die Gründe liegen in folgenden Punkten:

- 1) Als Trinkwasser ist es vollkommen geeignet:
  - a) wegen der die ganze Beobachtungszeit hindurch gleichbleibenden Temperatur.
  - b) weil es die Menge Salze enthält, welche das Wasser angenehm schmeckend machen, nicht weich und fade schmeckend ist, wie es sehr salzarme Wässer, die aus Flüssen, sind.
  - c) weil es völlig frei von Verunreinigungen ist.

Es enthält kein Eisen, wie es bei den Voruntersuchungen an verschiedenen Orten gefunden wurde, obgleich durch starke Absenkung des Brunnenspiegels der Zufluss auf weitere Seitenrichtungen bewirkt wurde, keine organischen Stoffe, wie sie an einigen Orten südlich von Leipzig und selbst in Gohlis beobachtet wurden.

- 2) Als Gebrauchswasser würde es nicht minder geeignet sein:

- a) Es sedimentirt nicht auch bei langem Stehen. Eine Probe, die vom 5. December 1878 bis Anfangs März 1879 im Zimmer stand, blieb bis dahin völlig klar und krystallhell.
- b) Beim Kochen scheiden sich keine Erdsalze ab. Auf Zusatz von Soda oder Seife bildet sich nur ein geringer Niederschlag. Es ist somit zum Kochen von Speisen, zum Waschen, zum Speisen der Kessel ebenso geeignet, wie das klare Wasser des nördlichen Sammelkanales der jetzigen Wasserleitung, mit dem es das Gemeinsame hat, aus denselben Bodenlagen, dem nordischen Diluvialkies, zu stammen.

Der ergebenst Unterzeichnete schliesst mit dem Wunsche, es möchte die Prüfung der Quantitätsbestimmungen für diesen Ort ebenso günstig sein, wie sie für die Qualität des Wassers ist.

Dem Hohen Rathe der Stadt Leipzig

Hochachtungsvoll

ergebener

gez.: Prof. Fr. Hofmann.

Leipzig, den 30. März 1879.

#### Schlussvorschläge.

Auf Grund der Resultate des Versuchsbrunnens ist das linke Partheufer von Schönefeld bis Neutzsch und eventuell auch darüber hinaus das für Wassergewinnung behufs Versorgung der Stadt Leipzig geeignete und auf Grund der Voruntersuchungen das dafür allein vorhandene Terrain. In Anbetracht der ausserordentlichen Verschiedenartigkeit des Untergrundes geben die Resultate des Brunnens eine die Frage allgemein im günstigen Sinne lösende Auskunft, wenn sie auch nicht genügen, die Frage mit aller möglichen Präcision in Bezug auf die Ausdehnung der Wasserfassung zu lösen.

Für eine befriedigende Wasserversorgung der Stadt ist der Besitz eines Terrainstreifens von beiläufig 30 bis 50 m Breite im Mittel; längs der Strasse Schönefeld-Neutzsch, unentbehrlich, und dieser Besitz ist eventuell mit allen möglichen rechtlichen Mitteln anzustreben. Die vorhandenen Unterlagen und gefundenen Resultate genügen vollkommen zur Aufstellung eines detaillirten Projectes, in dem nur die Länge der Wasserfassung unentschieden bleibt. Nach Besitznahme des Terrains sind in Entfernungen von 300 bis 400 m, also im Ganzen ca. 4 bis 5 Brunnen abzusenken und zu betreiben; aus ihren Betriebsergebnissen wird die Lage der prononcirten Grundwasserströme hervorgehen, ähnlich wie es bei dem schon bewirthschafteten Brunnen der Fall war. Die Methode der Wasserfassung wird in Combination von Filtergallerien und Schachtbrunnen bestehen; erstere allein genügen der Beschaffenheit des Terrains entsprechend selbst dann nicht, wenn sie den natürlichen Grundwasserspiegel bis unter den correspondirenden Parthespiegel absenken. Die zunächst zu betreibenden Brunnen bilden mit dem schon vorhandenen integrirende Theile der definitiven Anlage.

Schliesslich ist der Verfasser bereit, finanzielle Garantien für die Sicherheit des Wasserbezuges zu übernehmen, bezw. das Wasser in sichtbar fliessender Form, vollständig gefasst, der Stadt auf genanntem Terrain zu liefern.

#### Durchführung und Kosten der Anlage; finanzieller Vergleich mit künstlicher Filtration von Flusswasser.

Die Ausführung wird sich in nachstehend angegebenen Grundzügen vollziehen, wobei jedoch keineswegs ausgeschlossen ist, dass bei einer speciellen Durcharbeitung sich Aenderungen ergeben können.

Die Wasserfassung für eine Tagesleistung von 30 000 cbm erstreckt sich zwischen Neutzsch und

Schönefeld und wird, wie schon erwähnt, in einer Combination von Schachtbrunnen und Filtergallerien bestehen; wo diese oder jene am Platze sind, wird sich bei der Bauausführung selbst ergeben. Diese specielle Frage ist vorwiegend finanzieller Natur und lässt sich einfach dahin präcisiren: Was ist billiger, viele Brunnen und von welchem Durchmesser anzulegen und dadurch eine geringe Förderhöhe zu erreichen, also durch grösseres Anlagekapital eine Abminderung an Betriebscapital zu erzielen, oder wenige Brunnen zu erbauen und die finanzielle Betrachtung umzukehren? Der technische Unterschied zwischen grosser und geringer Brunnenzahl ist dem Wesen nach derselbe, wie zwischen Filtergalerie und Schachtbrunnen; die grosse Brunnenzahl ist in ihrer Wirkung eine Annäherung zur Filtergalerie. Finden sich in dem Grundwasserstrom undurchlässige Schichten von grösserer oder geringerer horizontaler und verticaler Ausdehnung eingelagert, so sind diese, um das unter ihnen fliessende Grundwasser zu gewinnen, jedesmal mit Brunnenschächten zu durchfahren. Da dieses geognostisch-hydrographische Verhalten durch zahlreiche Bohrungen nachgewiesen ist, werden Schachtbrunnen auf alle Fälle zur Anwendung kommen müssen. Die Pumpstation ist vorläufig als centralisirte Anlage gedacht; als Bauplatz ist das Terrain zwischen Schönefeld und Abtnaundorf vorgesehen. Die Zuleitung des Wassers aus den Fassungen zu den Pumpen soll durch natürliches Gefälle erfolgen. Die Herstellung der Filtergallerien geschieht je nach der Tiefe theils durch Tagebau, theils durch Tunnellirung.

Die Pumpstation für obige Tagesleistung von 30 000 cbm wird hergestellt durch Transferirung der Maschinen und Kessel der bestehenden Anlage und Neubeschaffung von Maschinen, die 9000 bis 10 000 cbm per Tag fördern. Ob diese Leistung zu theilen oder nur durch eine Maschine zu liefern ist, wird namentlich von den Maassregeln abhängen, die für eine hinreichende Wasserversorgung der südöstlichen Theile von Leipzig getroffen werden. Die fortschreitende Bebauung nach dieser Richtung hin wird in Folge der hohen Lage sehr bald einen höheren Druck erheischen, als ihn die gegenwärtige Lage des Hochreservoirs zu geben vermag.

Von der Pumpstation aus führen die Druckrohrleitungen nicht, wie beiläufig einmal angenommen, nach dem bestehenden Hochreservoir, sondern unter Verfolgung des Stadtweges von Alt- nach Neu-Schönefeld, von da durch die Tauchaer- und Schützenstrasse zum Anschluss an die bestehenden Hauptstränge des Stadtrohrnetzes am Augustus- bzw. Königsplatz.

An den Anschlusspunkten wird durch entsprechende Bogendreiecke das Wasser entweder durch die bestehenden Fallrohrleitungen nach dem bestehenden Hochreservoir transportirt, oder es kommt, ohne in das Hochreservoir zu gelangen, in der Stadt direkt zur Vertheilung. Welche von den beiden Bewegungen sich vollziehen wird, hängt vom Schwankungsgange des städtischen Consums ab.

Diese Anordnung hat gegenüber dem directen Transport in das Hochreservoir sowol technische, als finanzielle und administrative Vortheile. Zieht man vorläufig nur die letzteren in Betracht, so entfällt durch Benutzung bestehender Strassen jede Expropriation für den Leitungstract. Die jetzt bestehenden beiden Fallrohrleitungen genügen nur dem jetzigen Consum; bezieht die Stadt ihren Zukunftconsum direct aus dem Hochreservoir, so muss die Lieferungsfähigkeit durch Anlage neuer Fallrohrleitungen vermehrt werden. Dies ist nicht mehr nöthig, wenn zur Zeit des städtischen Maximalconsums aus dem Hochreservoir nur die eine Hälfte, und von den directen Druckrohrleitungen die andere Hälfte des Bedarfs bezogen wird. Die Kosten der Anlage von der Wasserfassung bis zum Anschluss an den Augustus- bzw. Königsplatz beziffern sich wie folgt:

2000 lfd. m Filtergalerie à 120 M. . . . .	240 000
10 Schachtbrunnen à 8000 M. . . . .	80 000
Für Transferirung der Maschinen des bestehenden Werkes ca. 30% des Neuwerthes	100 000
Gebäude unter Benutzung des Materials der bestehenden Gebäude . . . . .	250 000
Neuanschaffung von Maschinen . . . . .	90 000
9000 lfd. m Druckrohrleitung à 58 M. . . . .	522 000
Zur Abrundung . . . . .	18 000
	M. 1 300 000
Hierzu Terrainerwerb für Wasserfassung ca. 10 Hectaren à 10 000 M. (doppelter gewöhnlicher Werth) . . . . .	100 000
	M. 1 400 000.

In vorstehender Summe sind die Kosten für Erweiterungen des Stadtrohrnetzes, sowie die für Wasserversorgung der hohen Zone sich nach und nach nothwendig machenden Einrichtungen nicht inbegriffen. Da ferner die jetzt bestehenden 2 Steigleitungen eventuell nicht mehr benutzt werden, so ist deren Rohrwerth von ca. 130 000 M. der obigen Summe abzusetzen.

Des Vergleichs halber mögen die Kosten annähernd ermittelt werden, welche eine nur für 23 000 cbm per Tag construirte Anlage unter sonst denselben Voraussetzungen erheischt.

1600 lfd. m Filtergalerie à 120 M.	192 000
8 Schachtbrunnen à 8000 M. . . . .	64 000
Transferirung der Maschinen . . . . .	100 000
Gebäude . . . . .	230 000
9000 lfd. m Druckrohrleitung . . . . .	432 000
Terrainerwerb, 8 Hectare . . . . .	80 000
Zur Abrundung . . . . .	12 000
	<u>M. 1 120 000.</u>

Aus dem in den Acten enthaltenen Projecte, vom 9. Februar 1877, für Wasserversorgung mittelst künstlicher Filtration von Pleisse- bzw. Elsterwasser möge folgender Auszug, die Hauptangaben enthaltend, gestattet sein. Laut Auftragserteilung durch den Rath ist eine Filteranlage zu projectiren, welche 23 000 cbm per Tag gleich der Leistung von 3 bestehenden Maschinen liefert, wobei eine Maschine in Reserve steht. Bei Mehrbedarf sind mehr Maschinen und bei mehr als 30 000 cbm ein neues Steigerrohr anzulegen. Die Aufgabe beschränkt sich jedoch nur auf 23 000 cbm.

Die bestehenden Kanäle geben in trockener Zeit . . . . .	9 000 cbm
hierzu Flusswasser	14 000 -
	<u>23 000 cbm.</u>

Da die Grundwasserquantitäten zwischen 9000 und 11 500 cbm schwanken, so ist für das Grundwasser vorgesehen eine Filteranlage auf der Propstheidaer Höhe für 11 500 cbm, für das Flusswasser eine solche für 14 000 cbm in den Heidaer Wiesen.

Als Leistung der Filterflächen sind 3,36 cbm per qm und Tag angenommen, mithin:

Grundwasserfilter 3423 qm getheilt in 7 Becken,	
Flusswasserfilter 4167 qm - - 8 -	

folglich einschliesslich Reserve:

Grundwasserfilter $3423 \cdot \frac{8}{7} = 3912$ qm Filterfläche	
Flusswasserfilter $4167 \cdot \frac{9}{8} = 4688$ qm -	

Der Anschlagsbetrieb ist für:

Filteranlage auf Propstheidaer Höhe	M. 753 240
- Heidaer Wiesen	M. 711 862
	<u>M. 1 465 102.</u>

Die beiden zwischen Hochreservoir und Stadt liegenden 2 Speiserohrleitungen reichen nur für 16 000 cbm aus; werden dagegen 30 000 cbm gefördert, so muss eine dritte Speiseleitung gelegt werden, deren Durchmesser 0,668 bzw. 0,472 m beträgt und deren Kosten, vom Reservoir bis an die Albertstrasse gerechnet, sich auf M. 231 222 belaufen.

Als jährliche Betriebsausgabe sind für Filtration 3740 M. berechnet und zwar sollen zur Filtration kommen während

182 Tage je 11 500 cbm; mithin im Ganzen	2 093 000 cbm
183 - - 900 - - - - -	1 647 000 -
	<u>Sa. 3 740 000 cbm.</u>

deren Filtrationskosten mit 0,1 Pf. veranschlagt sind.

Da die Speiseleitungen nur für 16 000 cbm genügen, so muss, wenn 23 000 cbm zu Grunde gelegt werden, jeden Falls eine Vergrößerung der bestehenden Leitungszahl erfolgen. Wenn es auch technisch rationell ist, diese Vermehrung sofort für 30 000 cbm zu bemessen, so muss die entsprechende Anschlags-summe, wenn man finanziell unparteiisch vergleichen will, auf etwa die Hälfte, also auf 115 000 M. gebracht werden. Die Filterkosten ergeben mit  $4\frac{1}{2}\%$  capitalisirt  $\sim 83 000$  M. Es stellen sich somit die Ausgaben für

Filter . . .	M. 1 465 102
Rohrleitungen	115 000
Betriebscapital	83 000

Sa. M. 1 663 102  $\sim 1 660 000$ .

Dieser Betrag ist nun um M. 540 000 höher, als der correspondirende für Grundwasserversorgung vom linken Partheufer, und die Differenz steigt auf M. 670 000, wenn man die Wiederverwendung der jetzt bestehenden Steigeleitungen in Betracht zieht.



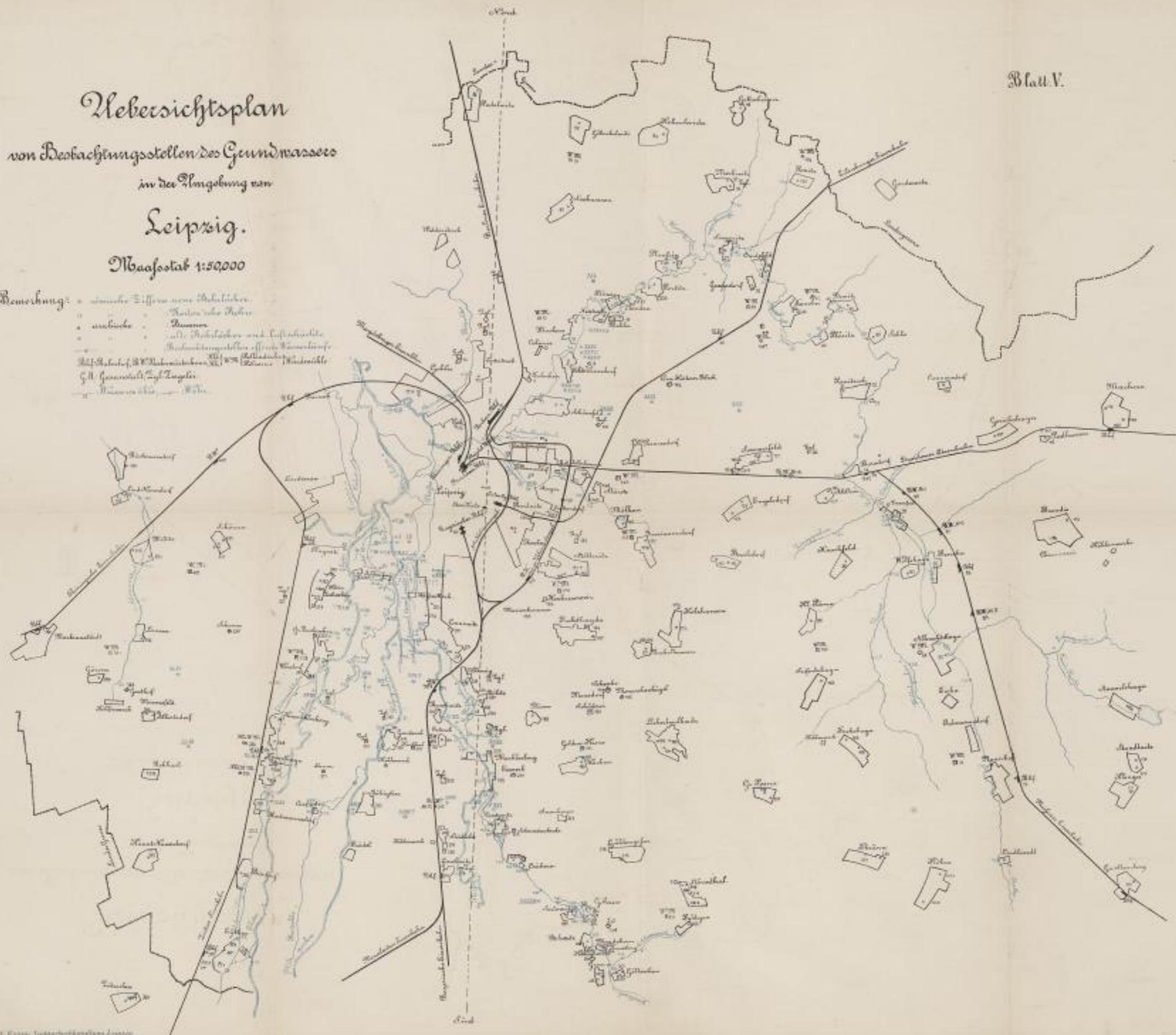






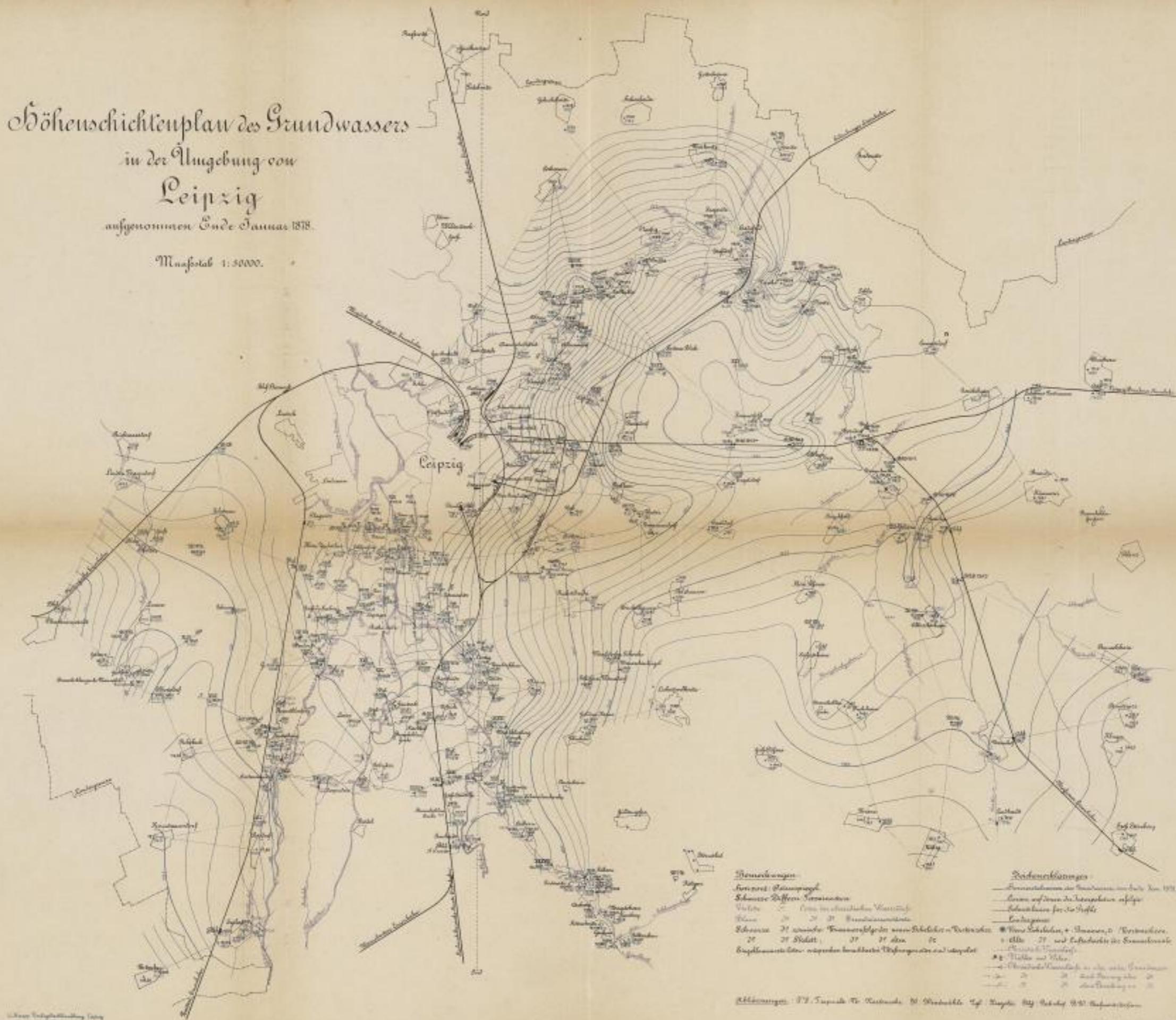
Uebersichtsplan  
 von Beobachtungsstellen des Grundwassers  
 in der Umgebung von  
 Leipzig.  
 Maßstab 1:50000

Bemerkung:   
 • einzelne Differenz von Ablesungen  
 • Punkte oder Kreise  
 • umschriebene  
 • in Ablesungen und Luftdrucke  
 • Beobachtungsstellen offene Kanäle  
 • in Ablesungen  
 • in Ablesungen  
 • in Ablesungen  
 • in Ablesungen





Höhenschichtenplan des Grundwassers  
in der Umgebung von  
**Leipzig**  
aufgenommen Ende Januar 1878.  
Maßstab 1:50000.



**Bemerkungen**

Leipzig: 1. Station

Schwarze Elster: 2. Station

Weiße Elster: 3. Station

Paradeplatz: 4. Station

Leipzig: 5. Station

Leipzig: 6. Station

Leipzig: 7. Station

Leipzig: 8. Station

Leipzig: 9. Station

Leipzig: 10. Station

**Redensarten**

Leipzig: 1. Station

Leipzig: 2. Station

Leipzig: 3. Station

Leipzig: 4. Station

Leipzig: 5. Station

Leipzig: 6. Station

Leipzig: 7. Station

Leipzig: 8. Station

Leipzig: 9. Station

Leipzig: 10. Station

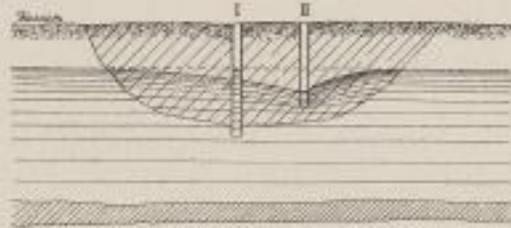
Abkürzungen: 1. Station 2. Station 3. Station 4. Station 5. Station 6. Station 7. Station 8. Station 9. Station 10. Station

Verf. v. H. v. Leipzig, Leipzig

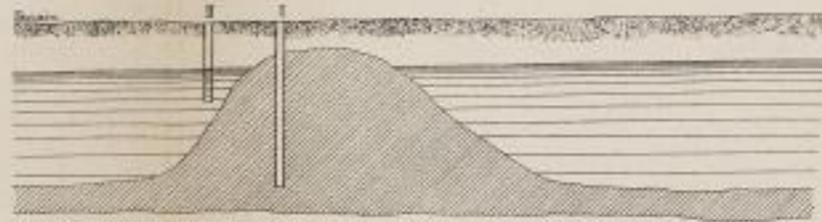


# Schematische Darstellung der verschiedenen Bewegungserscheinungen des Grundwassers.

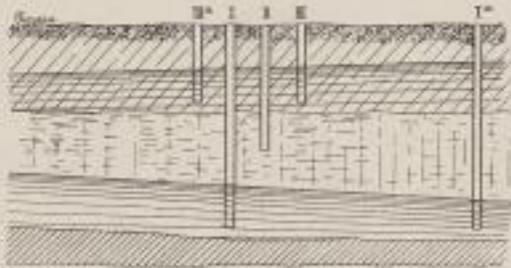
1<sup>er</sup> Fall.



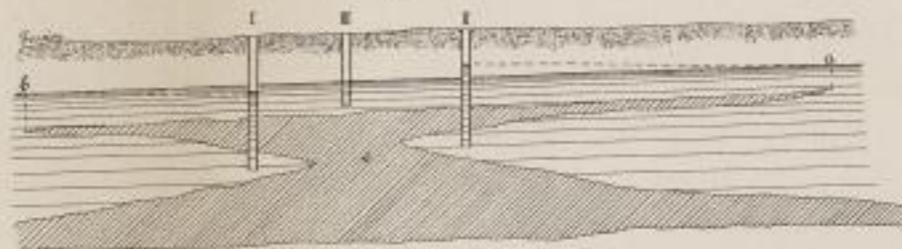
4<sup>er</sup> Fall.



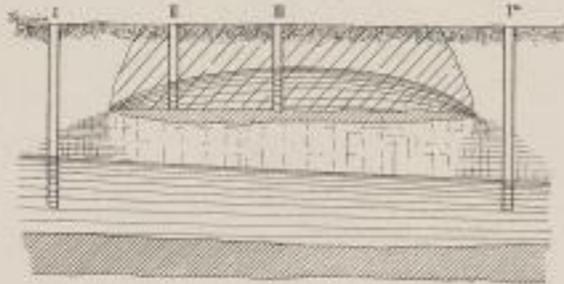
2<sup>er</sup> Fall.



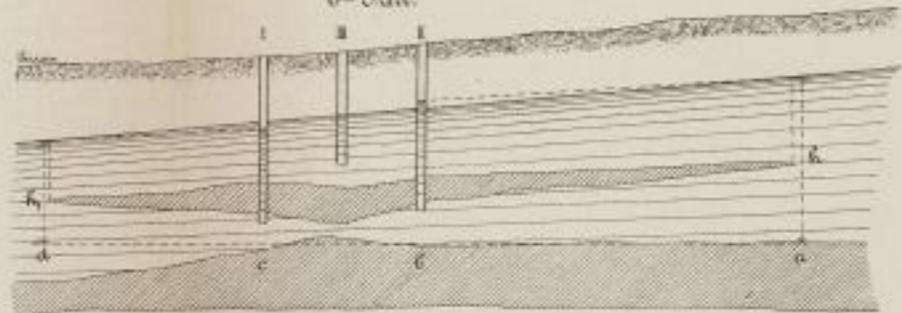
5<sup>er</sup> Fall.



3<sup>er</sup> Fall.



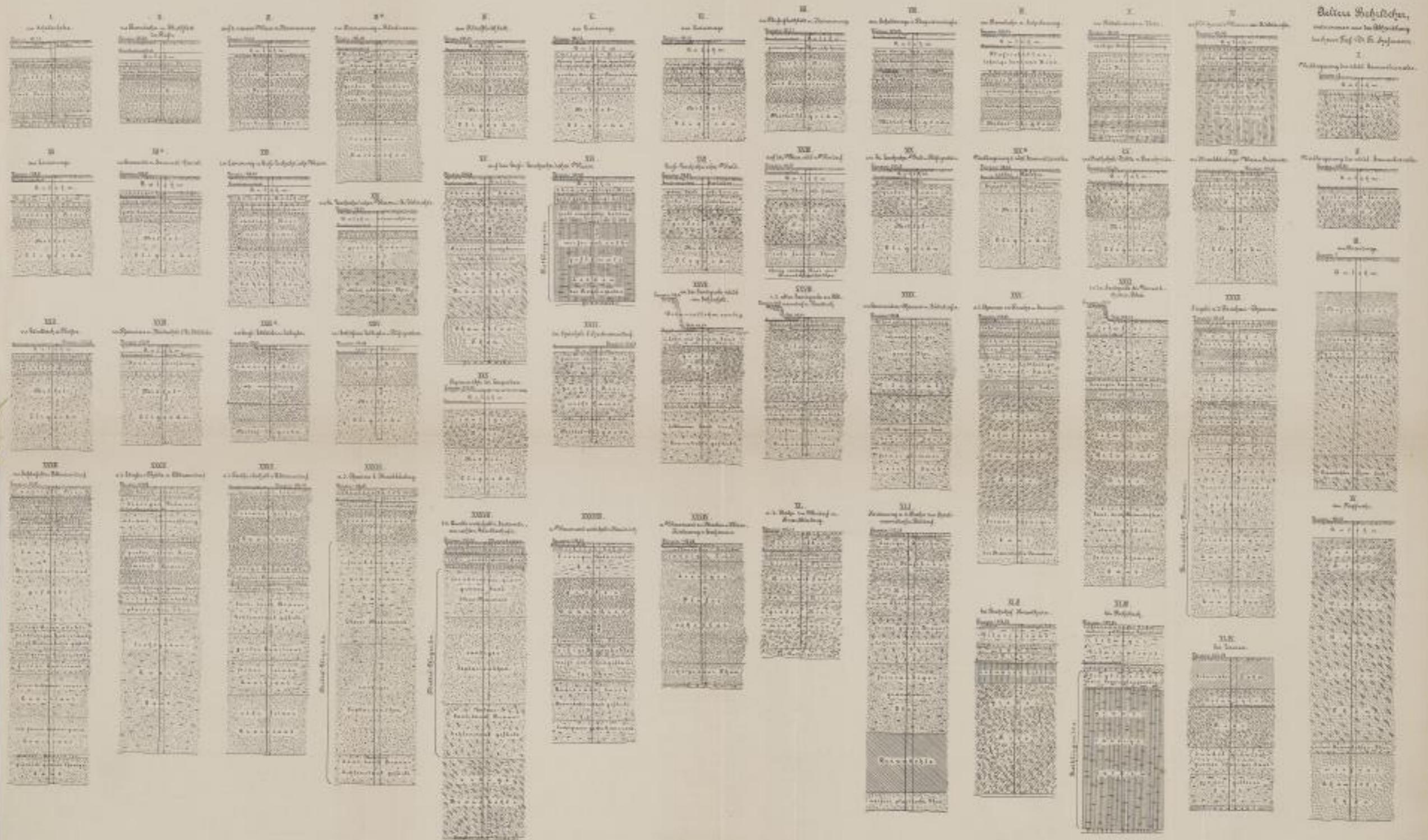
6<sup>er</sup> Fall.





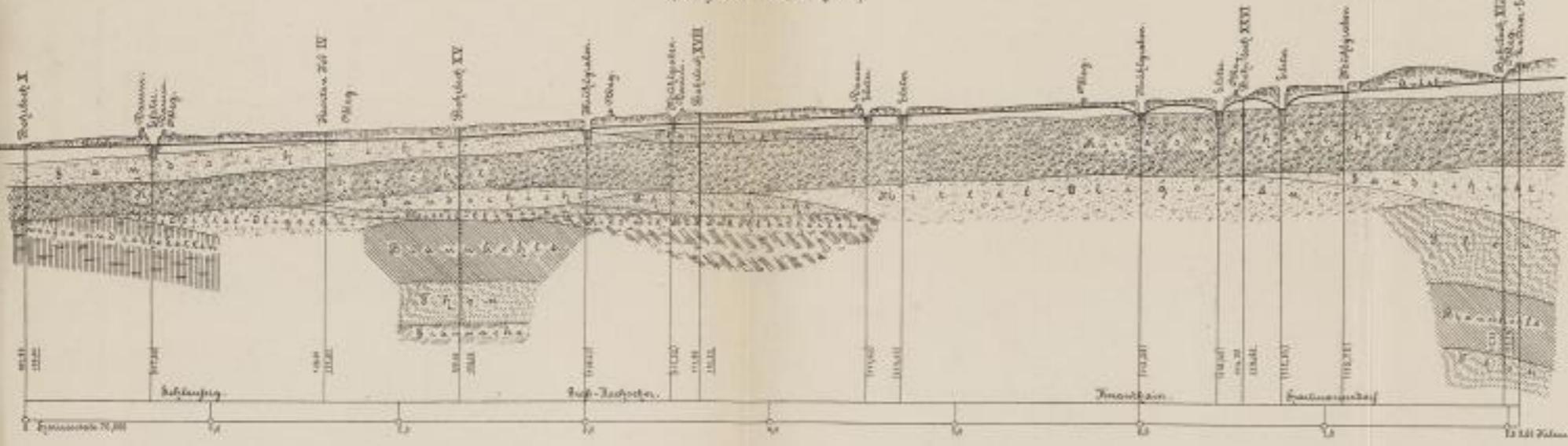
# Schichtenfolge der Bohrlöcher, abgeteilt in der Umgegend von Leipzig

Maafstab 1:400



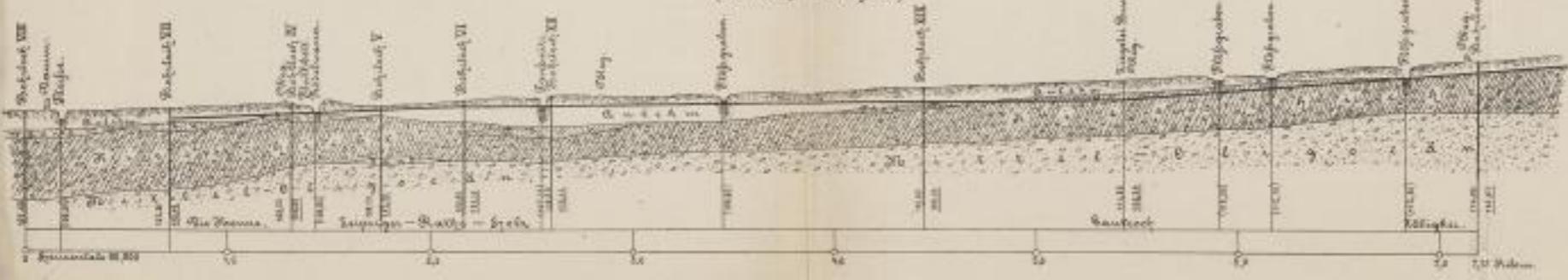


## Elster-Thal. (Magwitz - Knautham.)

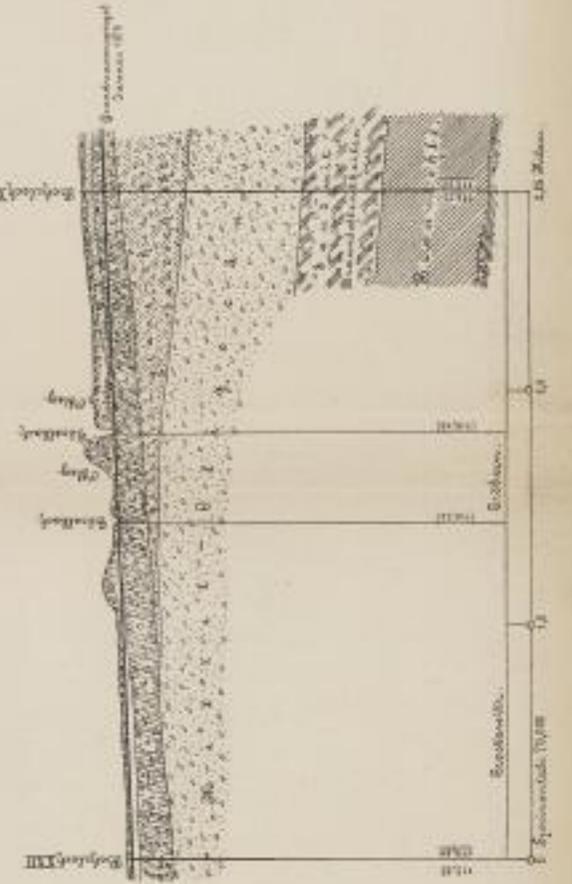


Horizont: Wasserspiegel  
 Nichtunterirdische Ziffern: Höhenmeter  
 Unterirdische Ziffern: Höhen des unterirdischen Wasserlaufs vom Januar 1878  
 Schraffierte Ziffern: Höhen der oberirdischen Wasserläufe vom Januar 1878

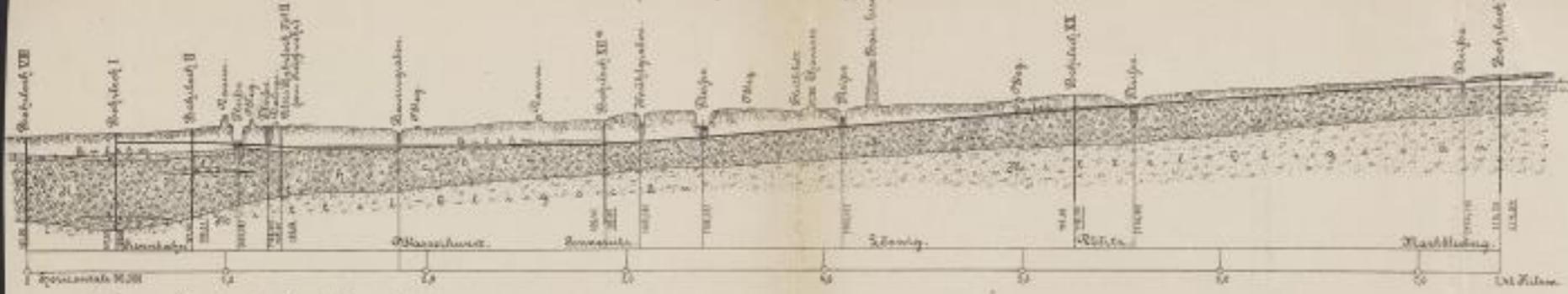
## Flößgraben-Thal. (Rumbahn - Tägler.)



## Söselbach-Thal. (Boschwitz - Gohren.)

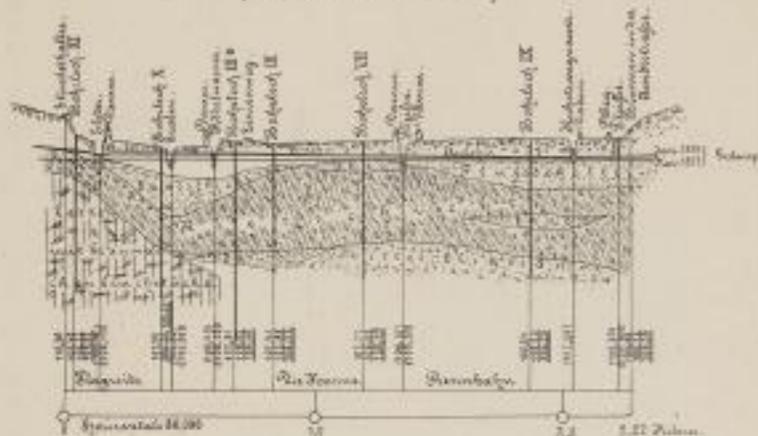


## Flöjße-Thal. (Rumbahn - Nachhabing.)

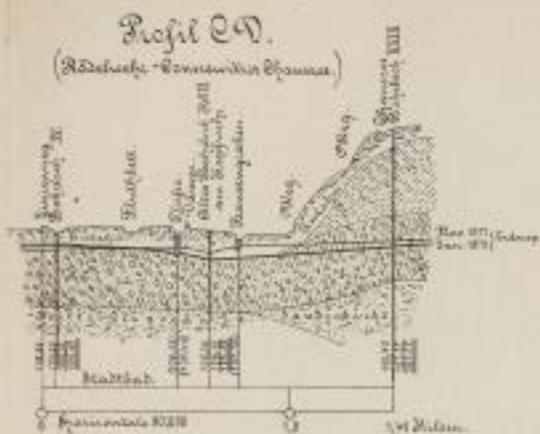




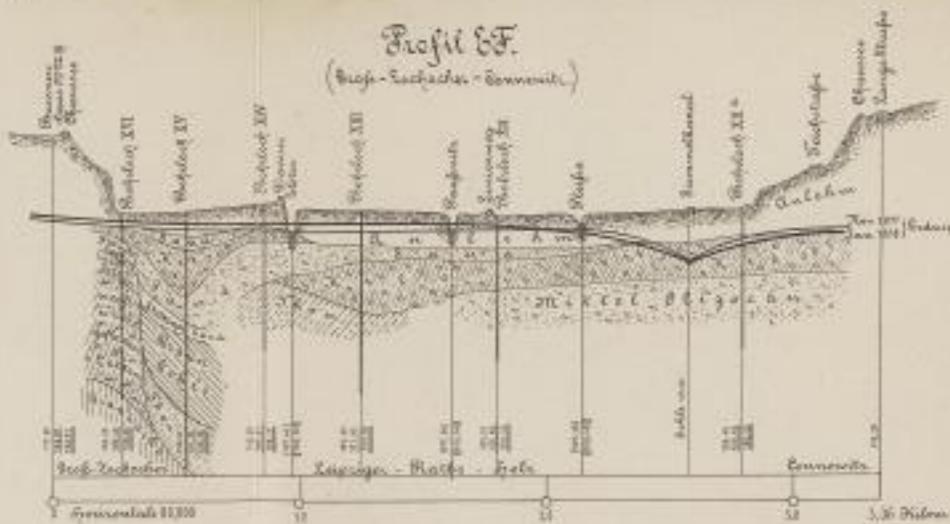
Profil A B.  
(Ragnitz - Brandverwech)



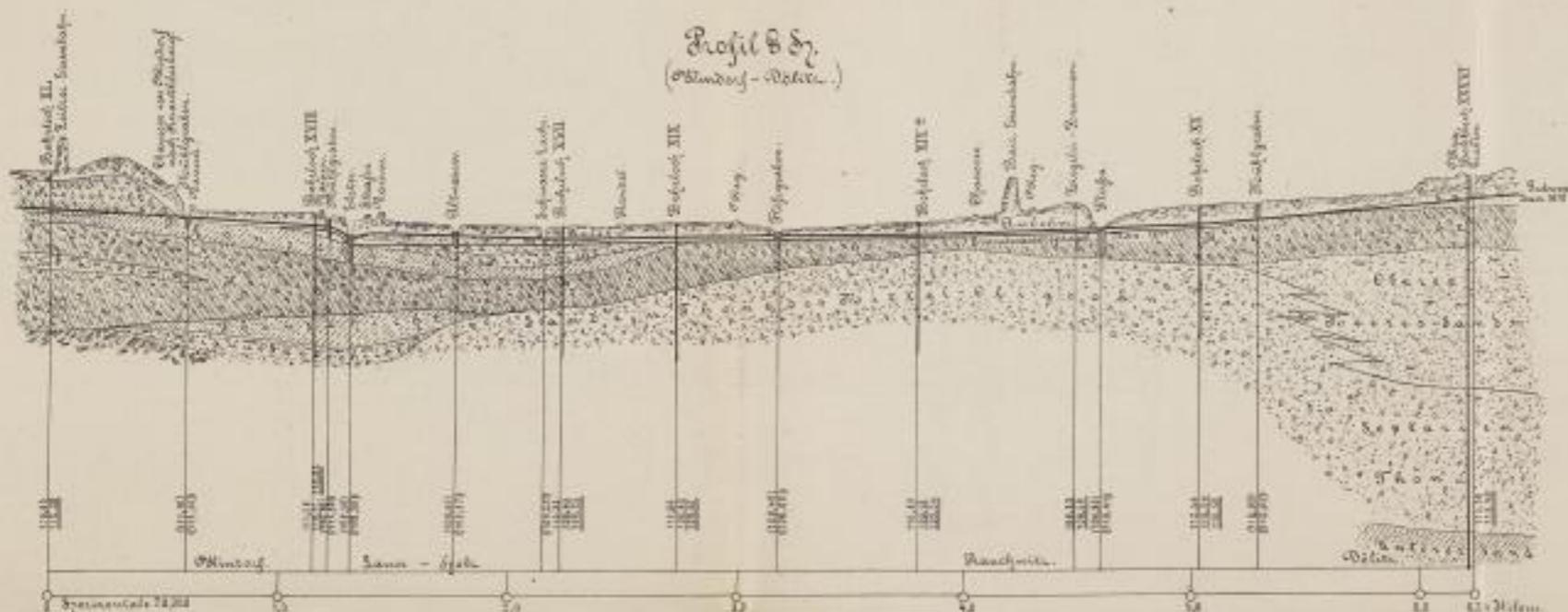
Profil C D.  
(Radebeul - Sonnenstein Thaum)



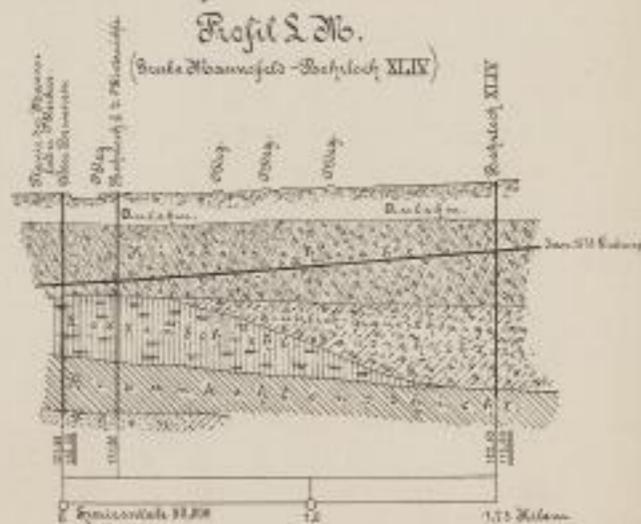
Profil E F.  
(Ragnitz - Sonnenstein)



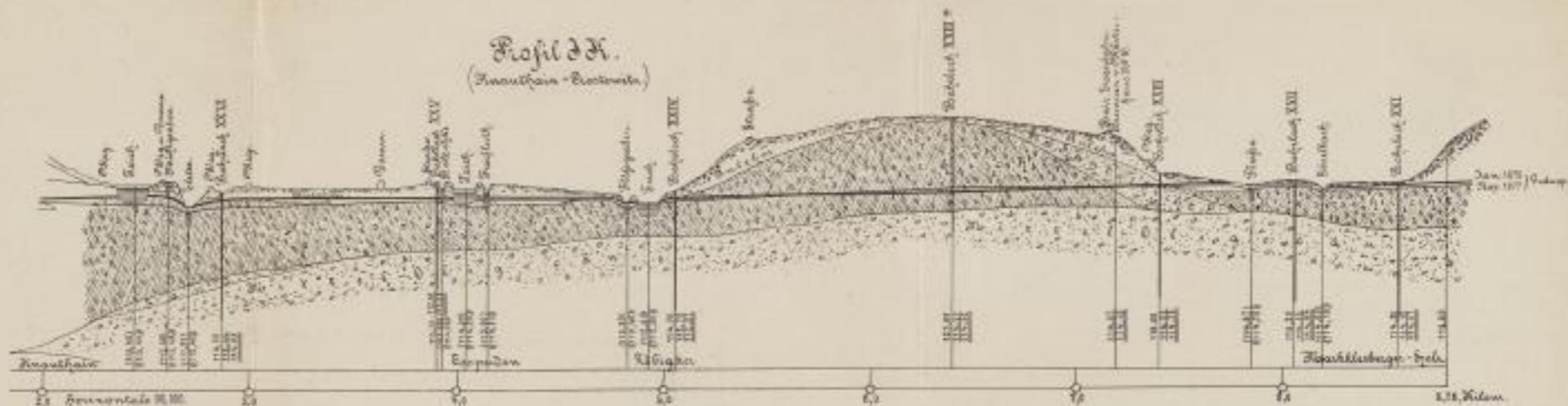
Profil G H.  
(Blindorf - Reitz)



Profil I K.  
(Badehausfeld - Reitz XIV)



Profil J L.  
(Rannuthen - Reitz XVI)



Horizont. Ovale: Spiegel  
 Lichtanstrichene Ziffern: Terrainnoten.  
 Unterstrichene Ziffern: Höhen des Grund-  
 wasserspiegels vom November 1877  
 und Januar 1878.  
 Schlämmste Ziffern: Höhen des ober-  
 irdischen Wasserläufe vom (Novbr.  
 1877) und Januar 1878.)





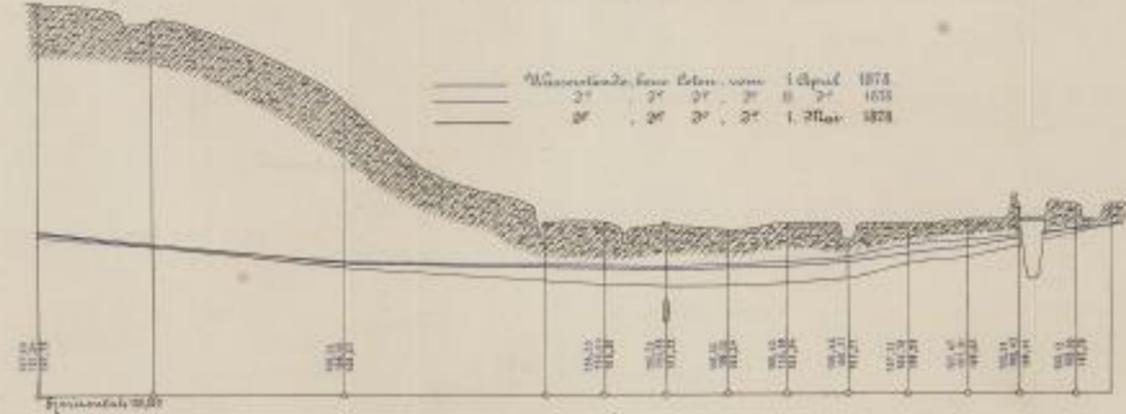
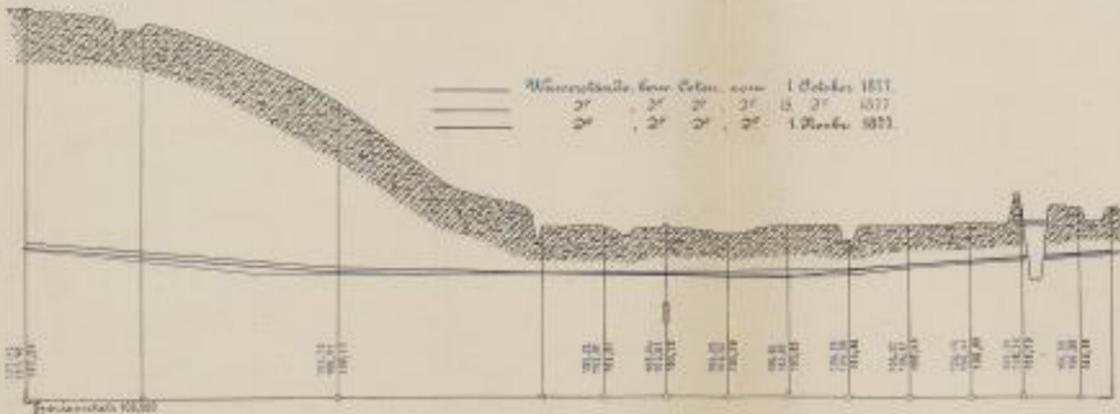
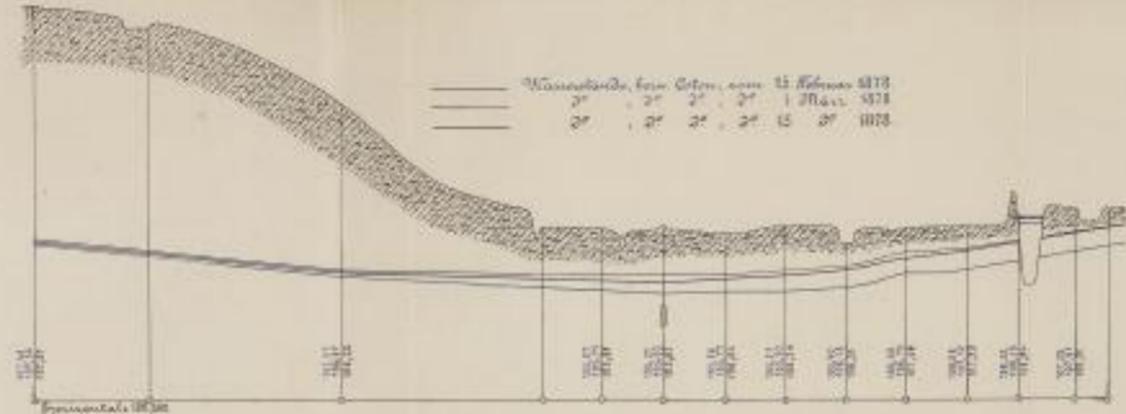
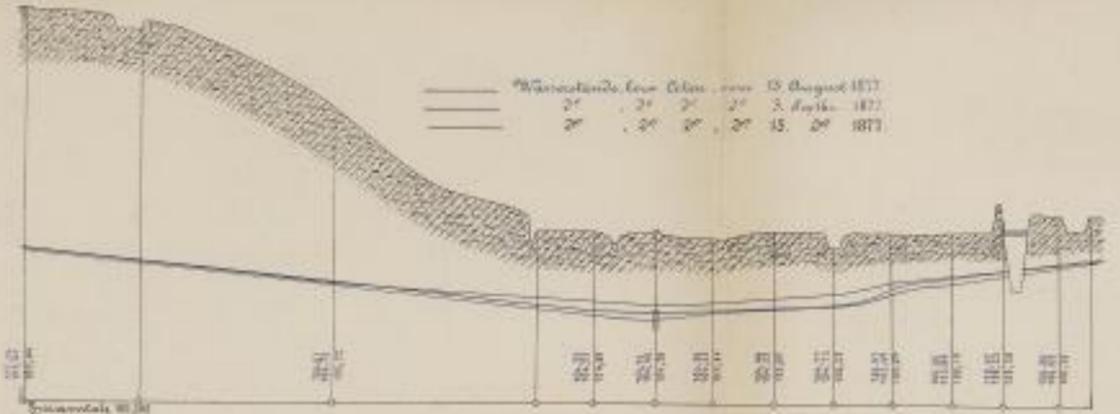
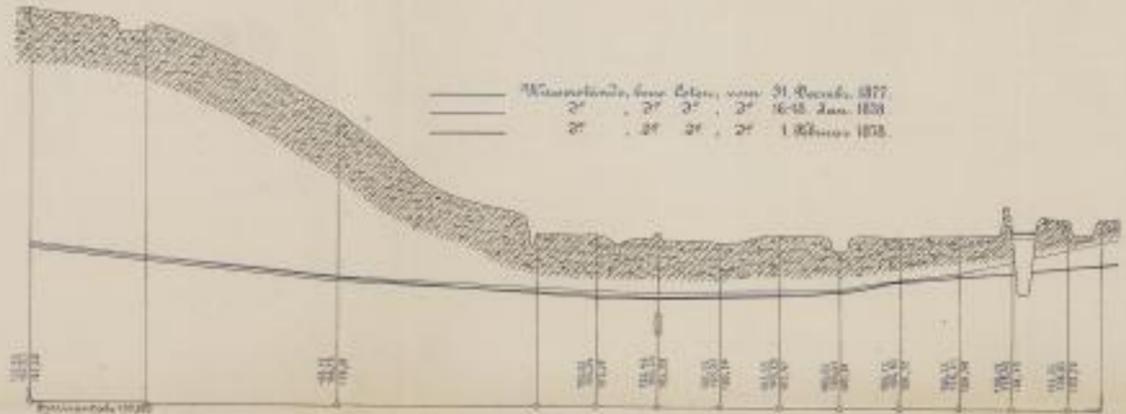
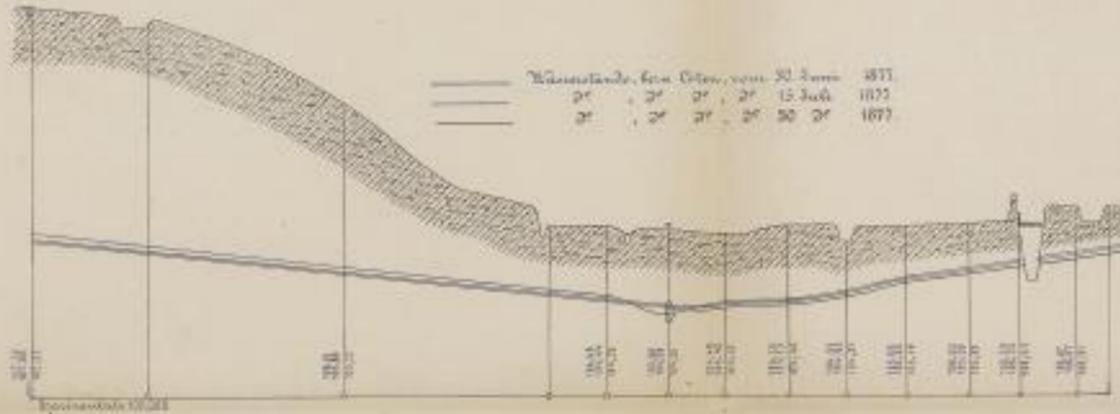
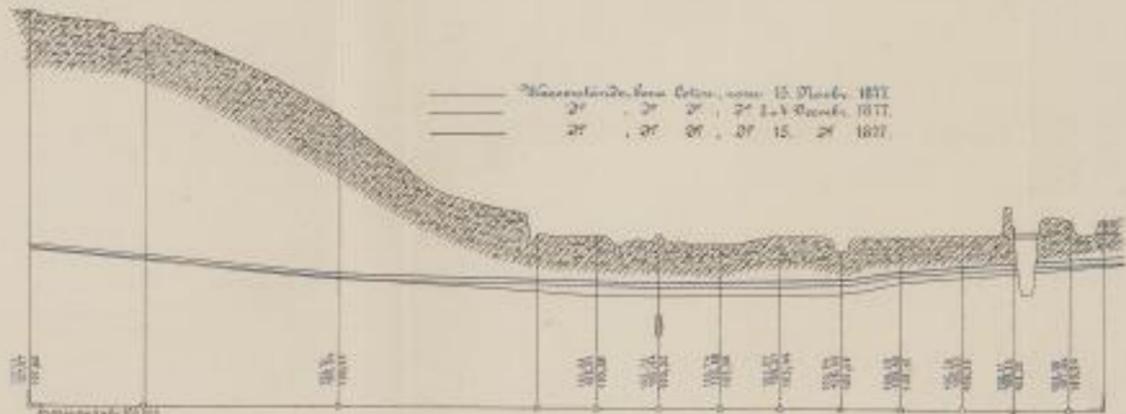
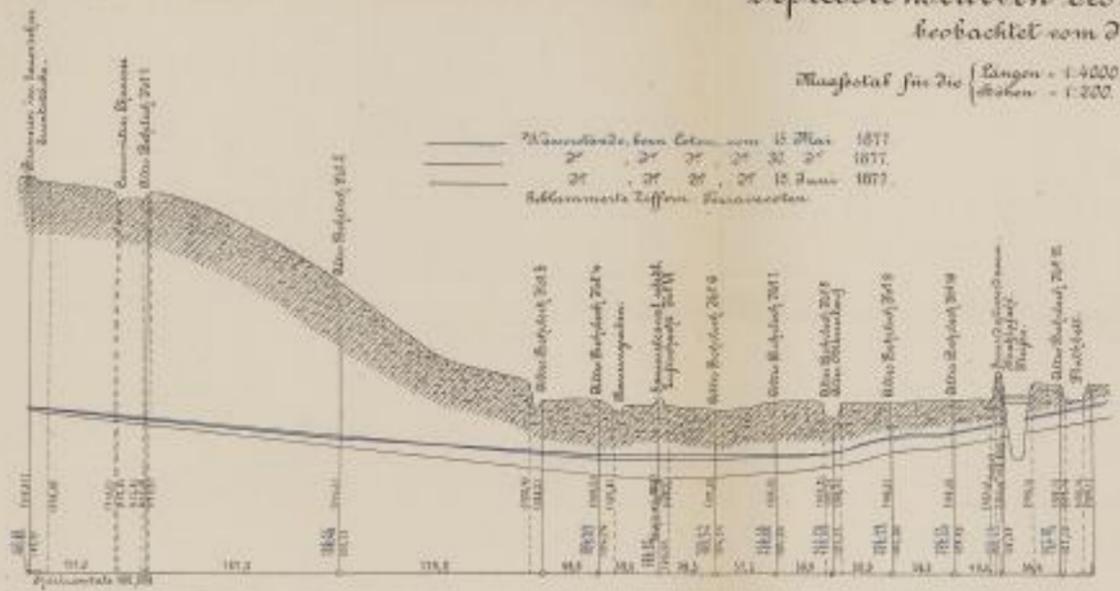






### Depressionscurven des nördlichen Sammelcanals, beobachtet vom Mai 1877 bis Mai 1878.

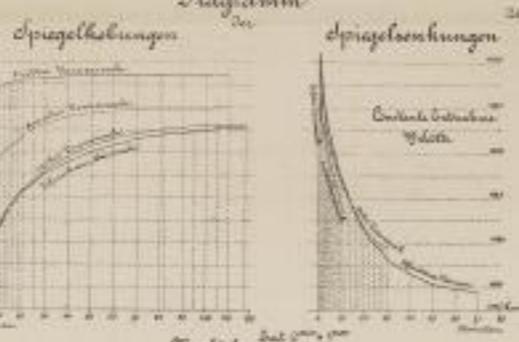
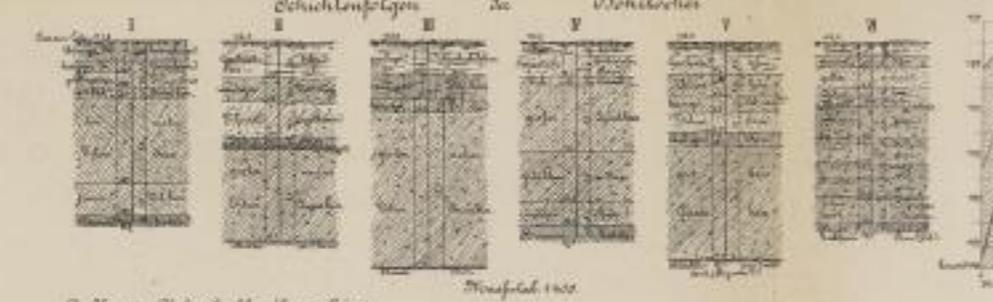
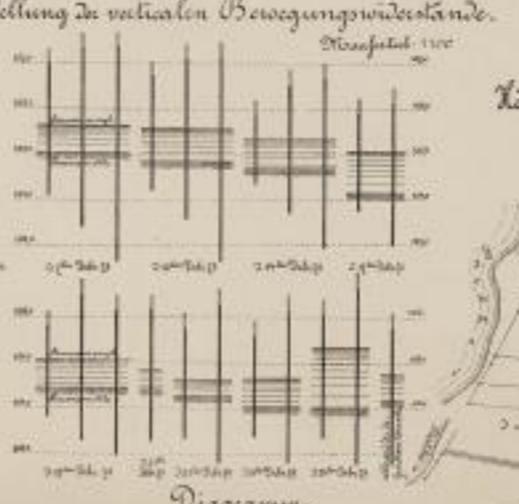
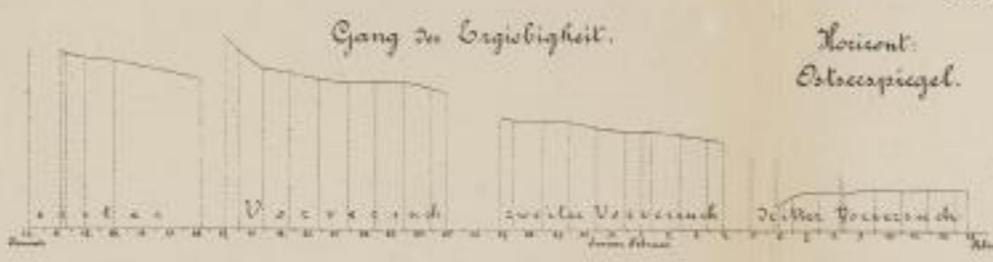
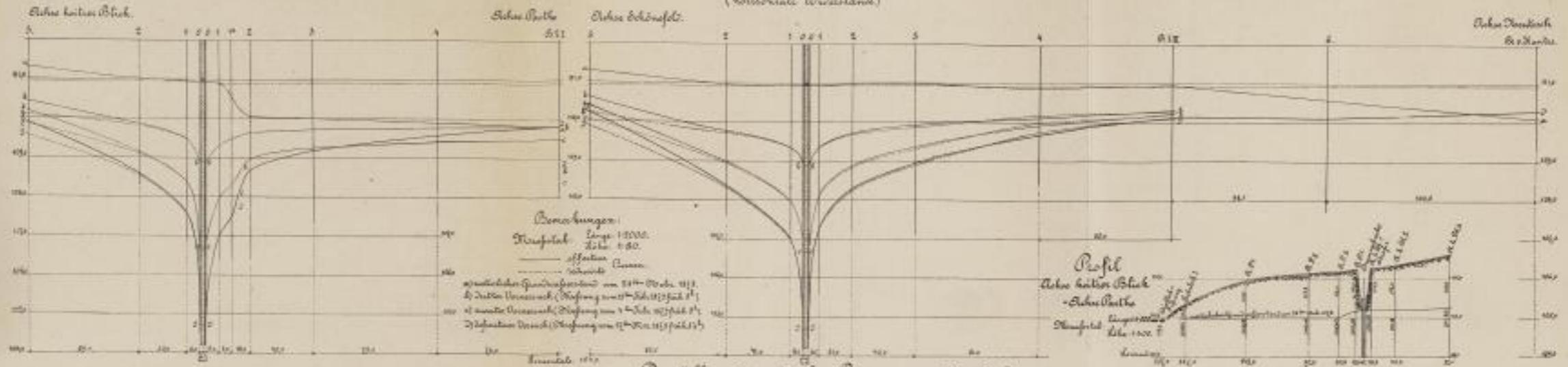
Maßstab für die  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Längen} = 1:4000 \\ \text{Höhen} = 1:200 \end{array} \right.$  Die Höhen beziehen sich auf Ostpreußisch.





# Beobachtungsergebnisse des Versuchsbrunnens.

## Absenkungskurven. (horizontale Widerstände)



G. Meißner, Verlagsbuchhandlung, Leipzig

Hauptfahrlänge 14000

Hydrographische K. Brunsen, Leipzig

Meißner, Leipzig



DIE  
WASSERVERSORGUNG  
DER STADT  
LEIPZIG.

VORPROJECT

IM AUFTRAGE DES RATHES UND DER STADTVERORDNETEN

BEARBEITET VON

A. THIEM.



MIT 16 PLÄNEN UND 3 BEILAGEN.



LEIPZIG,  
G. KNAPP, VERLAGSBUCHHANDLUNG.  
E. NOWAK.

1879.

H. Lasc. H. 371 ~~1~~ f







