

G. 55-57.  
14.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299401

Verzeichnis

der

Verlesung des Berichtes  
mit Karlsruher

Verlesung des Berichtes

der

X  
1541



# A. Bericht,

betreffend

Untersuchungen über das Berliner Normalwasser, das Wasser der Spree, das Wasserleitungswasser, das städtische Brunnenwasser und über die sogenannte Selbstreinigung des Schmutzwassers.

---

# B. Bericht

über die

Grundwasser-Verhältnisse in Berlin, die Wasserstände der Spree, den Regenfall in Berlin, und die Boden-Temperatur-Messungen.

---

(Hierzu 11 Tabellen und 17 graphische Darstellungen.)



11-351785

ЗРК-Б-84/2018

# Untersuchungen

über das

Berliner Normalwasser, das Wasser der Spree, das Wasserleitungswasser, das städtische Brunnenwasser und über die sogenannte Selbstreinigung des Schmutzwassers

von

**Professor Müller.**

---

Berlin, im November 1872.

## I. Das Berliner Normalwasser.

Unter den zahlreichen Brunnenwässern oder mit andern Worten: Proben von Untergrundwasser, welche den Gegenstand meiner hydrognostischen Recognoscirungsarbeiten im Jahre 1870 ausgemacht haben, bilden die Wasserproben von dem Carlsgarten, der Bergbrauerei, der Hoppoldt'schen Brauerei, — alle 3 aus der Hasenhaide — ferner von der Tivolibrauerei und dem Barackenterrain auf dem Tempelhofer Felde eine scharf begränzte Gruppe, welche sich durch Weichheit und niedrigen Chlorgehalt neben sehr niedrigem Gehalt an Schwefelsäure, Salpetersäure und Ammoniak von allen übrigen Brunnenwässern auf's Deutlichste unterscheidet.

Es war gefunden worden:

Tag.	Ort des Brunnens.	Grade.					Milliontel.	
		Härte			Schwefelsäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Chlor.
		natürliche	zeitliche.	bleibende.				
12. Juli.	Carlsgarten . . . . .	23,7	19,0	4,7	4,9	1,4	39	10
„	Bergbrauerei . . . . .	19,5	9,5	10,0	4,9	1,4	39	10
„	Happoldt'sche Brauerei .	16,2	12,5	3,7	6,1	1,7	49	12
18. August.	Tivolibrauerei . . . . .	22,7	10,7	12,0	5,0	1,5	40	10
„	Tempelhofer Feld . . . .	17,7	9,9	7,8	4,9	0,8	39	6

Ammoniak und Salpetersäure spurenweise.

Der Brunnen am Schiessstand in dem hochgelegenen Carlsgarten ist, wie mir mitgetheilt wurde, ziemlich seicht und verdankt deshalb sein Wasser den obersten Erdschichten. Da dieselben aus magerem Alluvium bestehend als ungedüngter und zugleich gut bestandener Waldboden zu betrachten sind, so hat die relative Reinheit des in ihnen sich sammelnden Wassers nichts Auffälliges.

Ein Seitenstück dazu bildet das Wasser von der Versuchsrieselwiese; welches den 17. October 1871 aus Rohr V. ziemlich nahe der Erdoberfläche entnommen war und dessen Analyse in Heft VIII. der Berichte über die Versuche und Untersuchungen betreffend die Reinigung und Entwässerung Berlins mitgetheilt worden ist.

Das Wasser zeigte:

15,4 Grad natürliche Härte,  
 7,7 - zeitliche -  
 7,7 - bleibende -

und enthielt:

Kalk	66	Milliontel,
Magnesia	7,5	-
Kali	0,8	-
Natron	9,9	-
Chlor	4,8	-
Schwefelsäure	24,6	-
Salpetersäure ca.	4	-
Ammoniak	0,4	-

Im Laufe des Herbstes und Anfang des Winters nahm die Menge der Salpetersäure und des Ammoniaks noch weiter ab.

Aehnliche Zusammensetzung hatte das Wasser aus Rohr I. von der Rieselwiese in den ersten Monaten des Jahres 1872. Vergleiche den Bericht über die Winterberieselung 1871—72.

Es geht aus diesen Beispielen hervor, dass seichte Brunnen unter Umständen ein sehr weiches und auch übrigens ziemlich reines Wasser liefern können; dazu lehrt aber auch die Geschichte der Versuchsrieselwiese, dass solche Brunnen sehr empfindlich wegen ihrer geringen Tiefe gegen Verunreinigung der Erdoberfläche sind.

Als Normalwasser kann ihr Wasser nicht gelten, das Normalwasser hiesiger Gegend müssen wir in tiefen Brunnen suchen, und zwar in solchen, welche nach der Grundwasserströmung gerechnet oberhalb des Berliner Bauterrains liegen.

Nun weisen alle die zahlreichen Beobachtungen, welche in den letzten Jahren vom Geheimen Rath Scabell, Baurath Hobrecht und Anderen gemacht worden sind, mit Entschiedenheit darauf hin, dass das Grundwasser der Landschaft von beiden Seiten dem Spree-thale zuströmt, wahrscheinlich in etwas diagonalen d. i. westlicher Richtung. Bei diesem Sachverhalt haben wir für die tiefen Brunnen in der Hasenhaide und am Kreuzberg Recht zu vermuthen, dass sie mehr oder weniger ausschliesslich durch das reine Untergrundwasser der Landschaft südlich von Berlin getränkt werden, dass wir also letzteres durch das Studium genannter Brunnen genauer kennen lernen können.

Am günstigsten gelegen war der Brunnen auf dem Tempelhofer Felde; leider ist er zufolge des Umstandes, dass das Barackenlager mit dem Wasserleitungswasser der Englischen Wasserwerke versorgt wurde, so gut wie gar nicht in Betrieb gekommen.

Unter den übrigen Brunnen empfahl sich derjenige im Garten der Bergbrauerei am meisten wegen seiner vorgeschobenen Lage und ist deshalb sein Wasser ausführlicher untersucht worden.

Analyse des Wassers aus dem tiefen Brunnen der  
Bergbrauerei in der Hasenhaide:

Bestandtheile.	Milliontel.		Grade.	
	12. Juli 1870.	24. December 1870.	12. Juli 1870.	24. December 1870.
Kieselsäure . . . . .	10,3	—	—	—
Kalk . . . . .	100,3	—	17,9	—
Talkerde . . . . .	3,4	—	0,85	—
Kali . . . . .	1,5	—	0,17	—
Natron . . . . .	9,0	—	1,45	—
Chlor . . . . .	10,3	9,9	1,45	1,40
Schwefelsäure . . . . .	39,0	35,0	4,9	4,4
Organische Substanz . . . . .	5,0	—	—	—

oder Basen und Säuren gruppirt:

Bestandtheile.	Milliontel.		Grade.	
	12. Juli 1870.	24. December 1870.	12. Juli 1870.	24. December 1870.
kohlensaure Talkerde . . . . .	7,1	—	0,85	—
kohlensaurer Kalk . . . . .	132	—	13,2	—
schwefelsaurer Kalk . . . . .	65	57,5	4,73	4,23
schwefelsaures Kali . . . . .	2,9	2,9	0,17	0,17
Chlornatrium . . . . .	16,9	16,4	1,45	1,40

Der Brunnen, aus welchem vorstehende Wasserproben entnommen worden sind, ist laut erhaltener Mittheilung in hiesigem mit einzelnen Fragmenten von Sedimentärkalk und Braunkohlen gemischten Diluvialsand bis etwas über 20 Meter unter dem Spree Spiegel abgeteuft und, da das seichter zufließende Wasser von schlechter Beschaffenheit war, bis auf den Boden mittelst Eisenrohr seitlich isolirt.

Die Temperatur ist ziemlich constant 9 Grad C., also diejenige der Berliner Jahrestemperatur.

Das Wasser ist kaum bemerkbar opalescirend, in Folge von äusserst feinem Sand, dessen Menge ungefähr 1 Milliontel beträgt und in der Analyse der Kieselsäure zugerechnet ist.

Der Geschmack ist rein, bis auf sehr schwachen Eisengehalt; die Menge des ihn veranlassenden Eisens beträgt ungefähr 1 Milliontel und ist gemeinschaftlich mit dem Kalk gewogen. Salpetersäure war im Verdampfungsrückstand von 50 Ccm. mittelst Brucinschwefelsäure nicht sicher nachweisbar und hält sich daher weit unter 1 Milliontel. Dasselbe gilt für das Ammoniak, da durch das Nessler'sche Reagens in 150 Mm. hoher Schicht eine kaum merkbare grünliche Färbung entstand.

Die unter Anwendung von Natriumcarbonat quantitativ bestimmte organische Substanz zeigte den 12. Juli eine Acidität von 0,15 Grad und enthielt den 24. December eine verschwindend kleine Menge Stickstoff, und zwar höchstens  $\frac{1}{6}$  Milliontel (nach Verbrennung des Verdampfungsrückstandes von 4 Litern mit Natronkalk, Messung des gebildeten Ammoniaks mittelst der Nessler'schen Reaction und Correction für den unvermeidlichen Stickstoffgehalt des Natronkalks).

Titrirung der Wasserproben mit Seife ergab:

Härte.	am 12. Juli	am 24. Decbr.
natürliche . . .	19,5 Grad,	19,0 Grad.
zeitliche . . . .	9,5 „	10,0 „
bleibende . . . .	10,0 „	9,0 „

also für beide Tage nahe gleich und für den 12. Juli auch bezüglich der natürlichen Härte in naher Uebereinstimmung mit der Gewichtsanalyse. Den 22. August war die natürliche Härte 20 Grad.

Da sich die Zusammensetzung vom Sommer zum Winter augenscheinlich kaum merkbar verändert hat, ist für den 24. December der gleiche Gehalt an schwefelsaurem Kali in die Salzgruppierung eingeführt und danach der Gypsgehalt berechnet worden. Für Erdcarbonate verbleiben am 24. December  $19,0 - 4,4 = 14,6$  Grad gegen 14,0 Grad am 12. Juli.

Die von mir eigenhändig am 12. Juli geschöpfte Probe liess unter dem Mikroskop nur feine Sandkörnchen, sonst nichts und namentlich keine Organismen erkennen.

### Das Brunnenwasser vom Hofe der englischen Wasserwerke.

a) am 28. März 1871.

Nach den erfreulichen Resultaten, welche die Untersuchung der vorstehend genannten tiefen Brunnen an der Südgränze des städtischen Weichbildes bezüglich der Reinheit des dort geförderten Wassers geliefert hatte, schien mir die grosse Frage von der Wasserversorgung der Hauptstadt eine ähnliche Untersuchung des tiefen Brunnens, welcher im Laufe des Jahres 1870 auf dem Terrain der Englischen Wasserwerke vor dem Stralauer Thore in ziemlich reinem Sand von abwechselnd feinerem und gröberem Korn abgeteuft worden ist, zu fordern und das um so mehr, als dieser Brunnen durch seine Lage und Construction befähigt ist, täglich die enorme Quantität von über 3000 Cubikmeter zu liefern.

Nachdem die Direction der Englischen Wasserwerke auf mein Gesuch um Erlaubniss, bezüglich Unterstützung für die beabsichtigte Untersuchung mit verbindlichster Bereitwilligkeit eingegangen war, fand die Probenahme am Vormittag des 28. März 1871 statt und wurde, wo nöthig, mittelst einer zur Verfügung gestellten kleinen Handpumpe entnommen:

A. aus dem Kühlwasserbrunnen Nr. I. von der Oberfläche der Bodenfiltrirschiicht d. i. 15 Meter unter der Oberkante des Brunnenkranzes, Temperatur  $> 9,4$  Grad C.;

Nr. II. von  $1\frac{1}{2}$  Meter unterhalb der Oeffnung des Saugrohrs, oder  $8\frac{1}{2}$  Meter Tiefe unter dem Brunnenkranz, möglichst nahe der Kesselwand, Temperatur  $> 9$  Grad C.;

Nr. III. von  $1\frac{1}{3}$  Meter oberhalb derselben Oeffnung, oder 6 Meter Tiefe unter dem Brunnenkranz, Temperatur  $> 9$  Grad C.;

Nr. IV. von der Oberfläche des Wassers, nahe 3 Meter unter dem Brunnenkranze, Temperatur 9 Grad;

Nr. V. von dem in's Maschinenhaus geförderten Wasser, Temperatur 9,3 Grad; und endlich des Vergleiches wegen

B. aus dem Hofbrunnen, welcher zwischen dem Maschinenhause und Condensationswasserbrunnen A. sich befindet:

Nr. VI. von der Tiefe des Saugkopfes, oder reichlich 4 Meter tief unter dem Kranze des Kühlbrunnens A., Temperatur 7 Grad.

Unter diesen Wasserproben waren Nr. VI. und IV. krystallhell; Nr. I. war durch die Dichtung der Handpumpe etwas faserig geworden und zeigte nebenbei eine schwache Opalescenz; bei längerem Stehen färbten sich die abgesetzten Fasern, unter völliger Klärung des Wassers, bräunlich zufolge der Eisenabscheidung. Nr. II. und III. besaßen diese Eigenthümlichkeiten in abnehmendem Grade; in Nr. V. war nur bei dickeren Schichten eine schwache Opalescenz bemerkbar.

Der Geschmack war bei Nr. I., II., III. und V. schwach und angenehm eisensäuerlich, im Uebrigen rein.

Die oben gemachten Temperaturangaben sind für Nr. I., II. und III. nicht ganz zuverlässig, da bei dem Aufpumpen durch das benutzte Compositionsrohr eine (geringe) Abkühlung stattgefunden haben wird. Auf andere Weise aber die Temperatur des Wassers in verschiedener Tiefe zu bestimmen, erlaubten die Umstände nicht. Jedenfalls ist die Temperatur an der Oberfläche niedriger gewesen als in der Tiefe, was in sofern für die Untersuchung störend ist, als das kühlere Oberflächenwasser specifisch schwerer ist, deshalb in das Bodenwasser hinabsinken und sich mit demselben vermischen muss. Aus der bedeutenden Temperaturdifferenz des Oberflächenwassers (Nr. IV.) und des Wassers aus dem Hofbrunnen (Nr. VI.) könnte man versucht sein, auf eine sehr lebhafte (auf- und absteigende) Circulation des Wassers zu schliessen. Es würde auch im Ruhezustande sicher eine solche stattfinden; allein bei der starken Wasserentnahme (über 3000 Cubikmeter pro Tag) wird sie, nach der chemischen Beschaffenheit des Wassers aus verschiedener Brunnenhöhe zu schliessen, durch die allseitige Wasserströmung nach dem Saugrohr grösstentheils paralytirt.

Die vergleichsweise hohe Temperatur des Oberflächenwassers muss also in der Weise erklärt werden, dass die Wasserergiebigkeit der obersten Erdschichten, deren Temperatur im nahen Zusammenhang mit der jeweiligen Lufttemperatur steht, eine verhältnissmässig geringe ist. Bei der jetzt gewöhnlichen Wasserförderung sinkt angeblich der Wasserspiegel circa  $1\frac{2}{3}$  Meter unter den Grundwasserstand.

Chemische Analyse des Wassers aus zwei Brunnen der  
Engl. Wasserwerke zu Berlin, den 28. März 1871.

Gegenstand der Bestimmung.	K ü h l b r u n n e n .					VI. Hofbrun- nen.
	I.	II.	III.	IV.	V.	
Härte { natürlich	24,0 Grad.	23,8 Grad.	22,5 Grad.	26,6 Grad.	25,0 Grad.	53,5 Grad.
„ { zeitliche	17,1 „	18,5 „	15,7 „	14,6 „	13,3 „	21,0 „
„ { bleibende	6,9 „	5,3 „	6,8 „	12,0 „	11,7 „	32,5 „
Schwefel-Grade	0,56 „	1,8 „	3,0 „	5,9 „	4,9 „	26,0 „
säure, { Mltrl.	4,5 Mltrl.	14,6 Mltrl.	23,6 Mltrl.	47,0 Mltrl.	37,5 Mltrl.	187,0 Mltrl.
Chlor, { Grade	0,78 Grad.	0,90 Grad.	1,24 Grad.	1,75 Grad.	1,45 Grad.	2,02 Grad.
„ { Mltrl.	5,6 Mltrl.	6,4 Mltrl.	8,8 Mltrl.	12,4 Mltrl.	10,3 Mltrl.	14,3 Mltrl.
Salpetersäure „	≤ 1 „	ca. 1 „	ca. 5 „	ca. 10 „	ca. 7 „	ca. 100 „
Ammoniak „	ca. $\frac{3}{5}$ „	ca. $\frac{3}{5}$ „	ca. $\frac{1}{4}$ „	ca. $\frac{2}{3}$ „	ca. $\frac{2}{5}$ „	ca. $\frac{1}{6}$ „

Die chemische Untersuchung hat nach den Methoden stattgefunden, über welche ich anderwärts berichtet habe. Ich bemerke nur zur Bestimmung des Ammoniaks, dass sie wegen der starken Grünfärbung, welche mit dem Nessler'schen Reagens eintritt und worüber ich zur Zeit noch nicht Auskunft geben kann, auf grosse Genauigkeit nicht Anspruch macht, und zu der Schätzung der Salpetersäure, dass sie bei Probe I. bis V. auf die Brucinreaction, bei Nr. VI. auf die Eisenoxydulreaction sich stützt.

Die analytisch ermittelten Werthe finden sich in den 3 Tabellen, auf Seite 552, 553 und 555, zusammengestellt. Wegen der oben erwähnten Temperaturverhältnisse, bezüglich Abfaserung des Pumpenkolbens habe ich geglaubt, mich gegenwärtig auf sie beschränken, dagegen eine Wiederholung der Analyse zu einem Zeitpunkt, wo das Oberflächenwasser wärmer und daher leichter als das Bodenwasser sein wird, d. i. Ende des Sommers empfehlen zu sollen.

Unter den genommenen Wasserproben ist Nr. I. oder die Probe des Bodenwassers die wichtigste für die Kenntniss des Berliner Normalwassers. Deshalb sind trotz der angezogenen Möglichkeit, dass diese Probe nicht dem ganz reinen (sondern dem mit etwas Oberwasser gemischten) Bodenwasser entspricht, einige besondere

analytische Bestimmungen vorgenommen worden\*) und hat sich danach die Zusammensetzung des Wassers pro Liter, wie folgt, gestellt:

23,2	} Milligramm oder Milliontel-Gewichtstheile	{	Kieselsäure,	} Sa. 22,1 Grad.	
2,0			Eisenoxyd (und Mangan) als Oxydulcarbonat,		
105,0			Kalk = 18,8 Grad		} Vergl. die Anmerkung unten.
13,1			Talkerde = 3,3 „		
1,9			Kali = 0,2 Grad.		
10,5			Natron = 1,7 Grad.		
5,6			Chlor = 0,78 Grad,		
4,5	Schwefelsäure = 0,56 Grad.				

Der bei der Analyse auf gewöhnliche Weise abgeschiedenen Kieselsäure ist, ausser etwas Staubsand, wie mir Professor F. Schulze bestätigt, eine Spur Bariumsulphat beigemischt; Titansäure hat nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden können. Vergleiche die Zusammensetzung des Kesselsteins.

Das sehr (ca. 200-fach) concentrirte Wasser reagirte lebhaft alkalisch und enthielt alle etwa vorher mit Kalk verbundene Schwefelsäure; der Gehalt an letzterer ist übrigens so gering, dass mir die Erforschung als ein wichtiges Problem erschienen ist und ich bei anderer Gelegenheit darauf zurückkommen werde.

Die durch die benutzte Handpumpe bewirkte faszige Beschaffenheit der Wasserprobe verhinderte die Bestimmung des Gehalts an organischer Substanz.

Bezüglich der Weichheit ist hervorzuheben, dass sich das Bodenwasser im gekochten Zustand dem wegen seiner Weichheit berühmten Spreewasser an die Seite stellt; auch im Uebrigen darf es als dem Berliner Normalwasser nahestehend aufgeführt werden.

Das Wasser des Hofbrunnens ist ungefähr doppelt so hart als das Bodenwasser des Kühlbrunnens, hauptsächlich wegen eines entsprechend höheren Gypsgehaltes. Im Vergleich mit gewöhnlichem Berliner Brunnenwasser aber ist es als ein sehr gutes anzusprechen und, wenn die Umgebung fernerhin so rein von organischen Abfällen wie jetzt gehalten wird, darf man auf fortdauernde Verbesserung rechnen in dem Maasse, als die früher der Erdoberfläche

---

\*) Nachdem das Wasser bereits über einen Monat gestanden hatte und seine Härte — zufolge von Kohlensäureaushauchung und Entstehung eines geringen Bodensatzes — auf 22¼ Grad herabgegangen war.

einverleibten organischen Stoffe durch Oxydation und Auslaugung entfernt werden.

Die Wasserproben II., III. und IV. aus dem Kühlbrunnen stellen sich ihren Eigenschaften nach zwischen das Bodenwasser (Nr. I.) und das Hofbrunnenwasser (Nr. VI.), aber schliessen sich viel enger an ersteres an, mit verhältnissmässig geringer Näherung, selbst des Oberflächenwassers IV., an letzteres.

Auffallender Weise nimmt die natürliche Härte von Probe I. nach II. und III., also mit der Höhe, etwas ab, obgleich der Gehalt an Schwefelsäure und Salpetersäure bedeutend zunimmt (der gleichfalls zunehmende Chlorgehalt kommt hier nicht in Betracht, weil er von dem indifferenten Kochsalz abzuhängen pflegt). Vielleicht beruht das Vorkommen des härteren Wassers in grösserer Tiefe auf der grösseren Löslichkeit von Kohlensäure und Kalkcarbonat bei stärkerem Druck.

Das in das Maschinenhaus gepumpte Wasser Nr. V. stellt sich gegen Erwarten nicht zwischen Nr. II. und III., wohin es nach der Aufhängung des Saugrohres gehört, sondern zwischen Nr. III. und IV.

Wenn nicht zufolge der Temperaturverhältnisse zu befürchten wäre, dass die Wasserproben I. bis IV. nicht ganz dem Wasser entsprechen, welches der Erdschicht in gleicher Höhe der Probe stelle zugehört, würde man aus einer Vergleichung der Proben V. und VI. mit den Proben I. bis IV. zu schliessen haben, dass die Hauptmasse des in's Maschinenhaus geförderten Wassers nicht aus den obersten Erdschichten bis zur Tiefe des Hofbrunnens stammt (zu demselben Schluss führte oben die Betrachtung der Temperaturverhältnisse), aber auch dass es nicht von den tiefsten geliefert wird, sondern von einer Schicht, welche im Horizont der Saugrohröffnung sich befindet und von da mehr nach oben als unten sich ausdehnt.

Sehr auffällig ist die lebhaftere (Ammoniak-) Reaction, welche Probe V. mit dem Nessler'schen Reagens gegeben hat, und bin ich nach einer früheren Wahrnehmung versucht, eine Ammoniakbildung durch den Process des Pumpens nicht für unwahrscheinlich zu halten, ich hoffe die räthselhafte Erscheinung später weiter verfolgen zu können.

Da die Wasserprobe Nr. V. das Wasser ist, welches der Brunnen, wie er eben beschaffen ist, liefert, so habe ich sie einer aus-

fürlicheren Analyse unterworfen und dabei nachfolgende Resultate gewonnen:

Das Wasser des Kühlbrunnens enthielt nach der aus dem Maschinenhause den 28. März 1871 entnommenen und sofort der chemischen Analyse unterworfenen Probe pro Liter oder 1000 Gramm:

16,3	} Milligramm oder Million- tal-Gewichtstheile.	Kieselsäure,
2,6		Eisenoxyd (als kohlen-saures Eisenoxydul, ohne Phosphorsäure),
117,0		Kalk = 20,9 Grad,
18,5		Talkerde = 4,6 Grad,
4,6		Kali = 0,5 Grad,
12,2		Natron = 2,0 Grad,
10,3		Chlor = 1,5 Grad,
37,5		Schwefelsäure = 4,9 Grad,
nebst ca. 7 „		Salpetersäure ca. 0,6 Grad,

ferner Kohlensäure zur ergänzenden Sättigung und Lösung der Basen, sowie eine geringe Menge organischer Substanz.

Das sehr (bis etwa  $\frac{1}{100}$  Volum) concentrirte Wasser reagirte schwach alkalisch und hinterliess 105 Milliontel seines ursprünglichen Gewichts bei 110 Grad getrockneten Verdampfungs-Rückstand.

Zur weiteren Beurtheilung seines Gebrauchswerthes wurde das Wasser einer Verkochung auf 32 Procent unterworfen und lieferte dabei folgendes Ergebniss:

- a) der hellgelblich-weiße Bodensatz (Kesselstein) zeigte nach Wiederauflösen (sowohl in Salzsäure als Schwefelsäure mit darauf folgender Verjagung des Säureüberschusses) bei Berechnung auf ursprüngliches Wasservolum 18 Grad Härte;
  - b) das (kaum merkbar milchige) Wasser gleichfalls bei Ueberrechnung auf ursprüngliches Wasservolum 6,8 Grad Härte;
- also Gesammthärte des Kesselsteins und verkochten Wassers
- |   |              |
|---|--------------|
|   | = 24,8 Grad, |
| gegen „Natürliche Härte“ des frischen Wassers | = 25,0 „     |

Diese Grössen sind fast identisch, weil das frische Wasser nur wenig freie Kohlensäure enthält.

Durch besondere Analyse wurde endlich festgestellt, dass im Kesselstein kommen

auf 100 Gewichtstheile oder 15,54 Grad Kalk
11,4 „ „ 2,46 Talkerde.

Im Einklang mit der mitgetheilten ausführlicheren Wasseranalyse besteht der fragliche Kesselstein nur aus Kalk- und Talkerde-Carbonat (nebst Spuren von Eisenoxyd und Kieselsäure, welche oben dem Kalk zugerechnet worden sind), so lange nicht eine Verkohung von etwa 98 Procent des Wassers stattgefunden hat) erst dann tritt Gypsabscheidung ein.

Als Brunnenwasser betrachtet ist das fragliche Wasser des Kühlbrunnens ein ausnehmend weiches. Es steht in dieser Eigenschaft allerdings dem Flusswasser der nahebei vorüberfliessenden Spree nach, das frisch wie gekocht durchschnittlich nur die halbe Härte zeigt, aber es hat vor diesem den nicht hoch genug anzuschlagenden Vorzug einer fast constanten Jahres-Temperatur von ca. 10 Grad C. voraus, so dass es (relativ zur Lufttemperatur) im Sommer verhältnissmässig kalt, im Winter verhältnissmässig warm ist.

Zugleich darf man aus seiner Temperaturconstanz bereits mit ziemlicher Sicherheit darauf schliessen, dass dieses Wasser nicht etwa durch einfache Bodenfiltration auf dem kürzesten Weg aus der benachbarten Spree in den Brunnen gelangt, sondern eigentliches Grundwasser ist, welches bei der grossen Durchlässigkeit der im Spreegebiete vorkommenden Bodenschichten meilenweit unterirdisch heranströmen kann und welchem Fluss- oder Seewasser, auch nach sorgfältigster künstlicher Filtrirung, als Genusswasser nicht entfernt an die Seite zu stellen ist.

Zur Entscheidung der Frage, ob das dem Kühlbrunnen entnommene Wasser der Spree oder dem seitlich herbeiströmenden Untergrundwasser entstammt, hat Herr Director Gill umfassende Beobachtungen über den Grundwasserstand in der Nähe des Kühlbrunnens veranstaltet und die einzelnen Ablesungen auch bereits in grosser Zahl durch graphische Darstellung übersichtlich gemacht. Dieselben sprechen sehr überzeugend für den Ursprung des Kühlbrunnenwassers aus dem Grundwasser der Landschaft.

b) am 18. September 1871.

Aus den Gründen, welche in dem vorangehenden Bericht angegeben sind, hat im Spätsommer desselben Jahres eine Wiederholung der Analysen stattgefunden.

Von denselben Punkten und mit derselben Bezeichnung wie früher wurde am 18. September 1871 Wasser entnommen.

A) aus dem Kühlbrunnen:

- I. vom Boden, Temperatur der Probe  $< 10,8$  Grad C.;
- II.  $1\frac{1}{2}$  Meter unter der Saugrohröffnung;
- III.  $1\frac{1}{2}$  Meter über der Saugrohröffnung;
- IV. von der Oberfläche des Brunneninhalts, Temperatur  $15,5$  Grad C.;
- V. von dem in das Maschinenhaus gepumpten Wasser, Temperatur  $10,8$  Grad C.

B) aus dem Hofbrunnen:

- VI. aus der Tiefe des Saugkopfes, Temperatur  $14,4$  Grad C.

Die Temperatur wurde wie früher, da ein passendes Maximum nicht zur Hand war, in der geschöpften Probe gemessen. Wegen des wärmeren Oberflächenwassers, durch welches das Saugrohr ging, ist die Temperatur des Bodenwassers Nr. I. wohl etwas gestiegen und dürfte ursprünglich nicht ganz  $10,8$  Grad betragen haben. Im Frühjahr verhielt es sich umgekehrt, abgesehen von der mischenden Wirkung des Dichtigkeitsunterschiedes.

Die Proben II. und III. sind thermometrisch nicht geprüft worden, weil dieselben wegen der nothwendigen Veränderung der Pumpeinrichtung nicht bei meiner Anwesenheit genommen werden konnten.

Die Wasserproben waren klar und farblos mit Ausnahme der Bodenprobe Nr. I., welche gelblich opalescirte. Ebenso war der Geschmack rein, ausser bei Nr. I., welches frisch auffallend modrig schmeckte, allmählich aber geschmacklos wurde.

Bei längerem Stehen setzte

Nr. I. braune Flocken von Eisenoxyd mit zahlreichen Pilzmyceliumfäden, aber ohne thierische Organismen, ab;

Nr. II. eine Spur hellbräunliche Flocken, ohne Leben;

Nr. III. sehr wenige gelbbraunliche schleimige Flocken, worin Mycelium ähnliche Fäden, aber kein thierisches Leben zu beobachten war;

Nr. IV. eine Spur schwärzlicher Flöckchen mit einzelnen Vibrationen und theils kreis-, theils eirunden Zellen;

Nr. V. zeigte einen ähnlichen, aber weniger fadigen Bodensatz als Nr. III.

Nr. VI. gab einen quantitativ sehr geringen Bodensatz, der

aber eine grosse Mannichfaltigkeit von thierischen und pflanzlichen Organismen enthielt.

Die chemische Analyse wie früher ausgeführt ergab Folgendes :

Chemische Analyse des Wassers aus zwei Brunnen der Englischen Wasserwerke zu Berlin, den 18. September 1871.

Gegenstand der Bestimmung.	Kühlbrunnen u.					Hof- brunnen. Nr. VI.
	Nr. I.	Nr. II.	Nr. III.	Nr. IV.	Nr. V.	
Natürliche Härte	27,0 Grad.	21,0 Grad.	23,0 Grad.	31,3 Grad.	24,6 Grad.	30,3 Grad.
Zeitliche „	19,4 „	13,0 „	13,4 „	13,1 „	15,1 „	9,8 „
Bleibende „	7,6 „	8,0 „	9,6 „	18,2 „	9,5 „	20,5 „
Schwefel-Grade	0,5 „	1,2 „	4,2 „	10,8 „	3,4 „	17,5 „
säure { Miltl.	3,6 Miltl.	10,0 Miltl.	34,0 Miltl.	86,6 Miltl.	27,4 Miltl.	140,0 Miltl.
Chlor, Grade	1,5 Grad.	1,0 Grad.	1,64 Grad.	2,4 Grad.	1,5 Grad.	2,2 Grad.
„ Milliontel	10,6 Miltl.	7,0 Miltl.	11,6 Miltl.	17,0 Miltl.	10,7 Miltl.	15,8 Miltl.
Salpetersäure „	< 1 „	ca. 4 „	ca. 5 „	ca. 60 „	4,3 „	57,5 „
Ammoniak „	1,5 „	0,7 „	ca. 0,4 „	ca. $\frac{1}{8}$ „	ca. $\frac{1}{2}$ „	ca. $\frac{1}{8}$ „

Anmerkung. Den Salpetersäuregehalt in Nr. VI. hat Herr Professor F. Schulze in Rostock nach seiner Stickoxyd-Methode zu bestimmen die Güte gehabt; derjenige in Nr. V. ist von mir alkalimetrisch ermittelt worden.

Die für die Ammoniakbestimmungen angewendete Nessler'sche Reaction gab bei Nr. I. und II die normale caramelähnliche Färbung, in den übrigen Nummern besonders in Nr. IV. und VI. die mehrfach berührte grüne Nüancirung.

Eine am 10. October, also nach dreiwöchiger Verwahrung wiederholte Bestimmung der natürlichen Härte gab nahezu dieselben Werthe; eine merkliche Kohlensäureaushauchung oder Kalkabscheidung hatte also nicht stattgefunden.

Eine vergleichende Prüfung der obigen Tabelle zeigt zunächst bestimmte Beziehungen einerseits zwischen den Nummern II., III. und IV., andererseits zwischen Nummer IV. und VI.; Nummer V. stellt sich zwischen Nummer II. und III.; Nr. I. steht nicht in dem zu erwartenden nahen Zusammenhang mit der Reihe Nr. II. bis IV., sondern hält sich nach mehreren Richtungen hin isolirt.

Auf Einzelheiten übergehend finden wir zwischen Nr. IV., dem Oberflächenwasser des Kühlbrunnens, und Nr. VI., dem Wasser des

benachbarten Hofbrunnens, eine auffallende Aehnlichkeit. Beide Wasser stehen auch mit den obersten Bodenschichten in Berührung. Nach den freundlichen Mittheilungen des Herrn Director Gill liegt allerdings der Saugkopf der Hofpumpe tiefer als der niedrigste Wasserstand des Kühlbrunnens (etwa  $1\frac{2}{3}$  Meter über dem Schöpfpunkt der Probe III.); es wird aber der gesammte Inhalt des ziemlich seichten Hofbrunnens, der nur als Baubrunnen zur Wasserbeschaffung für den letzten grösseren Neubau angelegt worden ist und seit jener Zeit so gut wie gar nicht benutzt wird, als aus dem obersten Grundwasser stammend zu betrachten sein, welches seitlich durch die Brunnenwandung in dem Maasse zufliesst, als durch den Boden ein Abfluss nach dem nahen Kühlbrunnen Platz greift. Bei dem oft und schnell eintretenden Niveauwechsel des Kühlbrunnens liegt im Gegentheil die Möglichkeit vor, dass das Oberflächenwasser des letzteren eine Zumischung von dem Wasser tieferer Erdschichten erhält; jedenfalls aber bewirkt der erwähnte Niveauwechsel ein ihm entsprechendes Spiel von Durchlüftung und von Durchnässung der angrenzenden Erdschichten. Damit muss in den berührten Erdschichten und in deren Wassergehalt ein schnellerer Anschluss an die Lufttemperatur stattfinden als in dem Hofbrunnen, welcher der extremen Ebbe und Fluth mehr entrückt ist. In gleicher Richtung wirkt die Bedeckungsart, welche den Uebergang der atmosphärischen Temperatur weit mehr am Kühlbrunnen als am Hofbrunnen begünstigt.

Der hauptsächlichste chemische Unterschied zwischen Nr. IV. und VI. ist der geringere Schwefelsäuregehalt in ersterem; wenn der Grund nicht in der Vermischung des Oberflächenwassers Nr. IV. mit schwefelsäureärmerem tieferen Wasser liegt, so würde hierin eine Andeutung zu finden sein, dass die Erde um den Kühlbrunnen herum schon mehr ausgewaschen ist, als um den Hofbrunnen.

Man wird in dieser Vermuthung bestärkt durch die sehr auffällige Veränderung, welche das Wasser des Hofbrunnens seit dem Frühjahr erlitten hat.

#### Das Wasser des Hofbrunnens

enthielt:	den 28. März.	den 18. September.
natürliche Härte . . . . .	53,5 Grad.	30,3 Grad.
zeitliche „ . . . . .	21,0 „	9,8 „
bleibende „ . . . . .	32,5 „	20,5 „
		38

enthielt:	den 28. März.	den 18. September.
Schwefelsäure, Grade . . . . .	26,0 Grad.	17,5 Grad.
„ Milliontel . . . . .	187,4 Mlntl.	140,0 Mlntl.
Chlor, Grade . . . . .	2,02 Grad.	2,23 Grad.
„ Milliontel . . . . .	14,3 Mlntl.	15,8 Mlntl.
Salpetersäure Milliontel . . . . .	ca. 100 „	57,5 „
Ammoniak „ . . . . .	ca. $\frac{1}{8}$ „	ca. $\frac{1}{8}$ „

Die in der Zwischenzeit stattgefundene Abnahme ist eine sehr bedeutende für die Erdcarbonate (Härte), für die Sulphate und Nitrate. Nur die schon früher sehr spärlich auftretenden Bestandtheile, Chlor und Ammoniak, sind so ziemlich constant geblieben und zeigen, dass dem Hofbrunnen Cloakenstoffe nicht zugeflossen sind und dass hinlänglich Sauerstoff eingedrungen ist, um die lösliche Substanz des wasserliefernden Erdbodens durch Oxydation dem Fäulnissprocess zu entreissen.

Die fragliche Verbesserung des Hofbrunnenwassers vom Frühjahr bis zum Herbst scheint mir überwiegend auf die systematische Auslaugung der wasserliefernden Erdschichten, welche überdies in den letzten Jahren vor jeder weiteren Verunreinigung geschützt gehalten worden sind, zurückzuführen zu sein und verdient insofern künftig noch weiter verfolgt zu werden, als sie zeigen würde, wie durch starke Benutzung der städtischen Brunnen in Verbindung mit sorgfältiger Beseitigung jedweden Schmutzes der städtische Baugrund allmählich desinficirt werden kann\*).

Inwieweit die Veränderung des Hofbrunnenwassers mit dem niedriger gewordenen Grundwasserstande zusammenhängt, ist kaum abzuschätzen. Neben der mächtigen Thätigkeit des Kühlbrunnens dürfte der Einfluss des Grundwasserstandes wohl verschwindend klein gewesen sein.

Trotz der chemisch verbesserten Beschaffenheit barg das Hofbrunnenwasser, wie oben erwähnt, eine grosse Mannichfaltigkeit von thierischen und pflanzlichen Organismen. Es mag dies darauf beruhen, dass der Hofbrunnen seit mehreren Jahren fast gar nicht be-

---

\*) Vergleiche meine Abhandlung: Die Ziele und Mittel einer gesundheitlichen und wirtschaftlichen Reinhaltung der Wohnungen, besonders der städtischen. Dresden 1869, G. Schönfeld's Buchhandlung.

nutzt wird. Es ist also keine Gelegenheit geboten, die wohl in keinem städtischen Brunnen fehlenden Organismen mit heraufgepumptem Wasser zu entfernen, sondern sie bleiben bei der eigenthümlichen Weise des Wasserumsatzes darin und ihre Anzahl wird nicht nur durch Fortpflanzung vermehrt, sondern auch durch stetige Zufuhr von frischen Keimen, die, wie spärlich sie auch eindringen, doch bei der Zählebigkeit der betreffenden Organismen allmählich von Bedeutung werden.

Aller Wahrscheinlichkeit nach werden gewöhnliche Stadtbrunnen, wenn sie unbenutzt stehen, in viel höherem Grade Brutbassins für die verschiedensten Organismen sein, als der Hofbrunnen der Englischen Wasserwerke. Inmitten einer stark und andauernd unreinigten Erdschicht wird die ihnen von oben und seitlich zuströmende Stadtlauge nicht mehr, wie es bei lebhafter Benutzung der Fall ist, durch das von unten eindringende reinere Grundwasser verdünnt, sondern sie verdrängt vielmehr das letztere und bringt den vorhandenen Organismen nicht nur neue Ansiedler, sondern auch die für ein üppiges Gedeihen nothwendige Nahrung. Wenn man speciell für Berlin die Beobachtung gemacht zu haben glaubt, dass seit Einführung der Wasserleitung die städtischen Brunnen sich verschlechtern haben, so ist die nächste Ursache der Verschlechterung in der beschränkteren Benutzung der Brunnen zu suchen. Freilich ist auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass jetzt mehr Unrath, weil flüssiger, in den Untergrund versinkt wie früher\*).

Wir wenden uns nun zur Vergleichung des Oberflächenwassers (Nr. IV.) mit den tiefer geschöpften Wasserproben des Kühlbrunnens Nr. III. und II., zwischen welche, wie schon angeführt, das in das Maschinenhaus gepumpte Wasser Nr. V. sich stellt.

---

\*) Dass in neuen Stadttheilen einzelne Brunnenwässer sich stark verunreinigt zeigen, kann nicht wundernehmen, wenn man sich der gewaltigen Anhäufungen von Unrath erinnert, welche vor der Bebauung daselbst stattgefunden haben, sei es in Form von Dünger für örtliche Verwendung oder zeitweilige Magazinirung, sei es in Form von Strassendammschüttung. Was von diesem Unrath in den Untergrund versunken ist und noch versinkt, wird eben mit dem Brunnenwasser wieder heraufgepumpt.

Chemische Zusammensetzung des Wassers aus dem  
Kühlbrunnen den 18. September 1871.

Gegenstand.	Nr. II.	Nr. V.	Nr. III.	Nr. IV.	
Härte . . .	Natürliche . . . . .	21,0 Grad.	24,6 Grad.	23,0 Grad.	31,3 Grad.
	Zeitliche . . . . .	13,0 „	15,1 „	13,4 „	13,1 „
	Bleibende . . . . .	8,0 „	9,5 „	9,6 „	18,2 „
Schwefel- säure,	Grade . . . . .	1,2 „	3,4 „	4,2 „	10,8 „
	Mlltl. . . . .	10,0 Mlltl.	27,4 Mlltl.	34,0 Mlltl.	86,6 Mlltl.
Chlor,	Grade . . . . .	1,0 Grad.	1,5 Grad.	1,6 Grad.	2,4 Grad.
	Mlltl. . . . .	7,0 Mlltl.	10,7 Mlltl.	11,6 Mlltl.	17,0 Mlltl.
Salpetersäure „ . . . . .	ca. 4 „	4,3 „	ca. 5 „	ca. 60 „	
Ammoniak „ . . . . .	0,7 „	ca. $\frac{1}{2}$ „	ca. 0,4 „	ca. $\frac{1}{8}$ „	

Der Grundzug der hier sich bekundenden Verschiedenheiten ist eine von Nr. IV. über Nr. III. und V. nach Nr. II., also von der Oberfläche des Kühlbrunnens mit der Tiefe zunehmende Reinheit des Wassers. Dabei ist der Abstand zwischen Nr. IV. und III. verhältnissmässig gross, der zwischen Nr. III. und V. sehr gering.

Der Wiederersatz des massenhaft abgepumpten Wassers (Nr. V.) erfolgt also nur wenig unterhalb der Schöpfstelle von Nr. III., mit nur schwacher Betheiligung des Oberflächenwassers. Wahrscheinlich, wie wir bald des Näheren sehen werden, tritt bei dem gegenwärtigen Benutzungsgrad des Kühlbrunnens auch aus den tieferen Erdschichten nur wenig Wasser ein; darauf deutet zunächst der mit der Tiefe der untersuchten Proben steigende Gehalt an Ammoniak, von welchem, nach der entschiedenen Grünfärbung durch das Nessler'sche Reagens, im Oberflächenwasser nur zweifelhafte Spuren vorhanden sind.

Die nach der Untersuchung vom 18. September beobachtete Abhängigkeit der Zusammensetzung von der Tiefe der Probenahme war bei den im Frühjahr ausgeführten Analysen weit weniger deutlich. Es wurde damals vermuthet, dass wegen des Unterschieds der Temperatur und der davon beeinflussten Dichtigkeit ein Durcheinanderfliessen des Wassers von der kälteren Oberfläche in das wärmere Grundwasser möge stattgefunden haben; diese Vermuthung

darf jetzt als völlig berechtigt gelten. Es werden deshalb die nicht unbedeutenden Abweichungen der letzten analytischen Ergebnisse von den früheren und besonders für das Oberflächenwasser in erster Reihe darauf zurückzuführen sein, dass im Frühjahr das kältere und dichtere Oberflächenwasser theilweise durch das aufsteigende wärmere und leichtere Grundwasser verdünnt war. Wir können also aus den Analysen auch nicht erfahren, ob das reine Oberflächenwasser eine Veränderung seit dem Frühjahr erlitten hat; wenn eine solche stattgefunden hat, so ist sie nach Analogie des Hofbrunnenwassers sicherlich eine Verbesserung gewesen und nicht eine Verschlechterung, wie die einseitige Nebeneinanderstellung der betreffenden beiden Analysen anzunehmen verleiten könnte.

Die Frage, wie das Wasser des Kühlbrunnens in der Zwischenzeit sich verändert hat, lässt sich überhaupt nur im grossen Ganzen beurtheilen, nämlich nach der Beschaffenheit des in das Maschinenhaus gepumpten Wassers (Nr. V.). Wie früher ist dieses auch im Herbst wieder ausführlicher analysirt worden und zwar in Gemeinschaft mit dem in mehreren Beziehungen wichtigen Bodenwasser (Nr. I.).

Ich gebe für die Wasserproben Nr. I. und V. zuerst die Resultate der ausführlicheren Herbstanalysen und lasse ihnen eine Wiederholung der im Frühjahr gewonnenen Zahlen folgen.

Chemische Zusammensetzung des Bodenwassers (Nr. I.) und des Pumpwassers (Nr. V.) aus dem Kühlbrunnen der Englischen Wasserwerke den 18. September 1871.

Bestandtheile.	Milliontel.		Grade.	
	I.	V.	I.	V.
Kieselsäure . . . . .	31,0	21,0	—	—
Eisenoxyd . . . . .	11,9	1,2	1,5*	0,15*
Kalk . . . . .	131,1	111,2	23,3	19,9
Talkerde . . . . .	12,6	18,6	3,1	4,6
Kali . . . . .	1,2	3,8	0,13	0,4
Natron . . . . .	31,6	12,1	5,2	2,0
Chlor . . . . .	10,6	10,7	1,5	1,5
Schwefelsäure . . . . .	3,6	27,0	0,45	3,4
Salpetersäure . . . . .	—	4,3	—	0,4
Ammoniak . . . . .	1,5	0,5	0,45	0,15
Organische Substanz . . . . .	6,0	5,7	—	—

\*) Als Eisenoxydul berechnet,

oder Säuren und Basen verbunden:

Bestandtheile.	Milliontel.		Grade.	
	I.	V.	I.	V.
salpetersaurer Kalk . . . . .	—	6,5	—	0,4
schwefelsaurer Kalk . . . . .	—	34,7	—	2,5
kohlensaurer Kalk . . . . .	233	170,0	23,3	17,0
kohlensaures Eisenoxydul . . . . .	17,4	1,7	1,5	0,15
kohlensaure Talkerde . . . . .	26,5	38,2	3,1	4,6
schwefelsaures Kali . . . . .	2,0	7,0	0,13	0,4
schwefelsaures Natron . . . . .	4,3	6,4	0,3	0,45
Chlornatrium . . . . .	17,5	17,5	1,5	1,5
kohlensaures Natron . . . . .	34,0	—	3,4	—
kohlensaures Ammoniak . . . . .	4,3	1,4	0,45	0,15

Chemische Zusammensetzung des Bodenwassers (Nr. I.) und Pumpwassers (Nr. V.) aus dem Kühlbrunnen der Englischen Wasserwerke den 28. März 1871.

Bestandtheile.	Milliontel.		Grade.	
	I.	V.	I.	V.
Kieselsäure . . . . .	23,2	16,3	—	—
Eisenoxyd . . . . .	2,0	2,6	—	—
Kalk . . . . .	105,0	117,0	18,8	20,9
Talkerde . . . . .	13,1	18,5	3,3	4,6
Kali . . . . .	1,9	4,6	0,2	0,5
Natron . . . . .	10,9	12,2	1,7	2,0
Chlor . . . . .	5,6	10,3	0,78	1,5
Schwefelsäure . . . . .	4,5	37,5	0,56	4,9
Salpetersäure . . . . .	< 1	ca. 7	—	—
Ammoniak . . . . .	ca. 0,6	ca. 0,8	—	—

Wir vergleichen zuvörderst die beiden Analysen des Pumpwassers Nr. V.

Die Uebereinstimmung ist eine überraschend grosse und documentirt, dass die Beschaffenheit des Wassers, welches in so ungewöhnlicher Massenhaftigkeit dem Kühlbrunnen entnommen wird, fast unverändert geblieben ist. Der hauptsächlichste Unterschied besteht in einer ferneren Abnahme des schon früher geringen Schwefelgehaltes von 37,5 auf 27,0 Milliontel. Man könnte die Ursache darin suchen, dass das Pumpwasser (Nr. V.) im Frühjahre mit dem

schwefelsäurereichen Oberflächenwasser (Nr. IV.) gemischt war; der wahrscheinlichere Grund ist mir aber eine inzwischen fortgeschrittene Auswaschung der wasserführenden Erdschichten, wie eine solche schon oben für das Hofbrunnenwasser (Nr. VI.) vermuthet werden musste.

Trotz der eingetretenen Verminderung ist der Schwefelsäuregehalt noch so hoch, dass er mit dem vorhandenen Chlorgehalt nicht nur die Alkalien, sondern auch noch einen Theil Kalk zu sättigen vermag.

Das Bodenwasser (Nr. I.) hat in der Zusammensetzung beide Male eine unverkennbare Aehnlichkeit mit dem Pumpwasser (Nr. V.), aber doch einen ganz eigenthümlichen Character; es enthält mehr Alkali, als durch das Chlor und die Schwefelsäure gesättigt wird; den Ueberschuss hat man sich als Carbonat zu denken.

Dieser Unterschied tritt im Herbst noch deutlicher hervor als im Frühjahr, jedenfalls weil das Bodenwasser im Herbste freier von dem Wasser der höheren Schichten war als im Frühjahr. Als weiterer Unterschied kann der grössere Gehalt an Eisen und Magnesia gelten.

Sehr befremdend ist der relativ hohe Gehalt von  $1\frac{1}{2}$  Milliontel Ammoniak bei fehlender Salpetersäure. Ganz besonders dieser Umstand nöthigt mich zu der Annahme, dass wir es in dem Bodenwasser Nr. I. auch jetzt noch nicht mit dem reinen Wasser der entsprechend tiefen Erdschicht zu thun haben.

Nachdem es in der kälteren Jahreszeit mit Oberflächenwasser gemischt worden ist, hat es in der wärmeren stagnirt und alle die ungünstigen Veränderungen erlitten, welche nicht nur durch die Stagnation sondern auch durch die von oben ihm zufallenden Verunreinigungen bedingt sind. Unter die letzteren rechne ich weniger die im Oberflächenwasser gelösten Bestandtheile organischen Ursprungs, als vielmehr den organischen Detritus, der bei unterbrochener Pumpung in die Tiefe versinkt.

Daraus hat sich ein von Pilzmycelium begleiteter Fäulnissprocess entwickelt, welcher nicht nur aus organischer Substanz, sondern aus vorhandener Salpetersäure Ammoniak gebildet und dem Wasser einen modrigen Geschmack gegeben.

Ein weiteres Zeugniß für die Stagnation am Boden ist die durch suspendirten Eisenoxyd verursachte Opalescenz des Bodenwassers. Der Eisengehalt, welchen in hiesiger Gegend das aus

tiefen Erdschichten stammende Wasser sehr oft zeigt, scheint hier noch vermehrt zu sein durch den Einfluss der Kohlensäure auf den eisernen Träger der Brunnenwandung.

Die einzelnen Beobachtungen, welche bei zweimaliger Untersuchung des Kühlbrunnens auf dem Terrain der Englischen Wasserwerke gemacht worden sind, lassen sich in folgenden Sätzen zusammen fassen:

Der bis auf die Steinschüttung 15 Meter tiefe Brunnenschacht enthält nicht ein durchaus homogenes sondern verschiedenartiges Wasser.

Das Wasser nahe der Oberfläche ähnelt dem Wasser des benachbarten nur  $4\frac{1}{3}$  Meter tiefen Hofbrunnens.

Das Wasser vom Boden ist dem Berliner Normalwasser zuzuzählen, denn es hat eine bleibende Härte, welche kaum andert-halb mal, eine zeitliche, welche etwa 3 mal und eine natürliche, welche etwa doppelt so gross ist, als die des Spreewassers, bei sehr geringem Gehalt an Chlor und Schwefelsäure und nur spurenweisem Auftreten von organischer Substanz und deren stickstoffhaltigen Zersetzungsproducten, aber merkbarem Gehalt an Eisen-carbonat.

In der kalten Jahreszeit wird das Oberflächenwasser durch Abkühlung dichter, als das Wasser der tieferen Schichten; demzufolge findet ein Durcheinanderfliessen des verschiedenartigen Wassers statt und der ursprüngliche Character wird verwischt.

Das durch Dampfpumpung aus dem Kühlbrunnen bei  $7\frac{1}{2}$  Meter Tiefe geförderte Wasser zeichnet sich durch Constanz der Temperatur und der chemischen Zusammensetzung aus. In beiden Beziehungen steht es viel näher dem normalen Bodenwasser als dem Oberflächenwasser.

Es ist ein vorzügliches Kühlwasser in der warmen Jahreszeit und verdient die höchste Beachtung in Rücksicht der städtischen Wasserversorgung.

Bei der bisher üblichen Wasserentnahme von reichlich 3000 Cubic-Meter pro Tag erfolgt der Wasserzufluss durch die Brunnenwandung überwiegend in der Nähe der Saugrohröffnung; um einen Zufluss durch die Filtrirschicht des Bodens hervorzurufen, wird eine bedeutend gesteigerte Wasserentnahme nöthig sein.

Für die jetzige Wasserentnahme darf man den Kühlbrunnen als unnöthig tief hezeichnen. Wenn er in diesem beschränkten

Maasse für den Trinkgebrauch benutzt würde, hätte die Tiefe wegen des am Boden stagnirenden Wassers sogar als schädlich zu gelten und würde es ausserdem sich empfehlen, durch eine dichte Cämentmauerung das Wasser der oberen Erdschichten bis etwa 6 Meter abzuschliessen.

c) Zusammensetzung des Kesselsteins aus dem Kühlbrunnenwasser der Englischen Wasserwerke 1871.

In den mit Kühlbrunnenwasser (Nr. V.) gespeisten Dampfkesseln setzte sich allmählich eine hellbräunliche, erdartige Masse ab, die nach dem Ausbrechen einzelne, einseitig schwarze, augenscheinlich von der Eisenfläche des Dampfkessels abgelöste Plättchen enthielt und folgende Zusammensetzung zeigte:

5,91	Procent	Kieselsäure und Sand,
1,89	„	Eisenoxyd,
40,67	„	Kalk,
5,20	„	Magnesia,
8,22	„	Schwefelsäure,
38,11	„	Kohlensäure, nebst Wasser und organischer Substanz,

---

100,00 Procent Summa,

oder, wenn Säuren und Basen verbunden berechnet werden, aus:

5,91	Procent	Kieselsäure und Sand,
1,89	„	Eisenoxyd,
62,35	„	kohlensaurer Kalk,
10,92	„	kohlensaure Magnesia,
13,97	„	Gyps, wasserfrei,
4,96	„	Wasser und organische Substanz,

---

100,00 Procent Summa.

Der in Salzsäure unlösliche Rückstand (5,91 Procent) bestand zu  $\frac{96}{100}$  aus Kieselsäure und ist als ein Gemenge von Kieselsäure und silicathaltigem Quarzsand anzusprechen, deren erstere im Wasser gelöst, deren letzterer darin suspendirt und die Ursache der schwachen Opalescenz gewesen war. Ausserdem wurde eine Spur Baryt nachgewiesen.

Der Gypsgehalt des Kesselsteins ist an sich unbedeutend, relativ zum Gypsgehalt des Wassers, aber immerhin so hoch, dass das Kühlbrunnenwasser auf fast den 100-sten Theil verkocht gedacht

werden muss. Wie zu erwarten war, bildet der kohlen saure Kalk im Kesselstein ein grösseres Multiplum vom schwefelsauren als im frischen Wasser, desgleichen auch von der kohlen sauren Magnesia.

### Grundwasserproben aus der Umgegend von Berlin.

Da es sich bei Aufstellung eines Normalwassers für Berlin darum handelt, das Grundwasser der Landschaft kennen zu lernen, zunächst in möglichster Reinheit von den Abgängen des wirthschaftlichen Lebens, dann aber auch in möglichster Unabhängigkeit von zufälligen Auflagerungen und Einschlüssen des Bodens, z. B. Torfbildungen, so benutzte ich einerseits die durch Herrn Director Gill dargebotene Gelegenheit, eine Wasserprobe aus dem geognostisch nahestehenden Untergrund von Potsdam zu analysiren, und bemühte mich andererseits, die von Herrn Ingenieur Veitmeyer im Interesse der Wasserversorgung Berlins vorgenommenen zahlreichen Bohrungen chemisch zu verfolgen.

#### Analyse einer Wasserprobe aus dem Untergrunde bei Potsdam.

Das Wasser war laut Angabe den 2. August 1871 aus einem Bohrloch nahe der Havel unterhalb der Brandenburger Vorstadt aufgepumpt, auf Glasballon gefüllt und dann bis gegen Ende August im Dunkeln aufbewahrt worden. Bei Ablieferung im Laboratorium zeigte es einen bräunlichen Bodensatz, die noch vorhandene Opalescenz verlor sich in der Ruhe vollständig, wie auch der anfänglich zu bemerkende schwache Theergeschmack (vom Bohr- oder Schöpf-Apparat?) allmählich ganz verschwand; nach einem Monat war das Potsdamer Wasser nach Aussehen und Geschmack nicht vom besten Brunnenwasser zu unterscheiden.

Die chemische Analyse ergab Folgendes:

102,6	Milliontel	Kalk	=	18,3	Grad
9,5	„	Magnesia	=	2,4	„
4,2	„	Kali	=	0,45	„
15,4	„	Natron	=	2,5	„
17,8	„	Chlor	=	2,5	„
95,6	„	Schwefelsäure	=	12,0	„

oder Säuren und Basen gruppirt:

67	Milliontel	kohlensaurer Kalk,	6,7	Grad,
157	„	schwefelsaurer „	11,55	„
20	„	kohlensaure Magnesia	2,4	„
7,8	„	schwefelsaures Kali	0,45	„
29	„	Chlornatrium	2,5	„

hierüber:

4	Milliontel	Kieselsäure,
8	„	organische Substanz.

Eisenoxyd und Thonerde in höchst unbedeutender Menge.

Obiger Gypsgehalt (11,55 Grad) stimmt sehr genau mit der direct (durch Natroncarbonat) zu 11,5 Grad ermittelten Acidität.

Bei der Nessler'schen Reaction wurde nur eine sehr schwache, in's Grünliche ziehende Färbung erhalten und danach betrug der Ammoniakgehalt jedenfalls weniger als  $\frac{1}{2}$  Milliontel. Salpetersäure fand sich nicht.

Die natürliche Härte	betrug	20,1	Grad,
die zeitliche	„	7,7	„
die bleibende	„	12,4	„

also sehr nahe übereinstimmend mit dem Gehalt des Wassers einerseits an gelösten Erdsalzen im Ganzen, (natürliche Härte) anderseits an vorhandenem Gyps (bleibende Härte).

Das untersuchte Brunnenwasser zeigt nach Allem eine sehr geringe Härte, welche aber auffallender Weise vorwaltend durch Gyps bedingt ist.

Der bräunliche Bodensatz bestand aus feinem Sand, gemischt mit Eisenoxydhydrat, geringer Menge kohlensaurem Kalk und Spuren von kohlensaurer Magnesia und Schwefeleisen. Die Carbonate des Kalks und der Magnesia hatten zweifelsohne aus dem Wasser während der Verwahrung sich abgeschieden, die Eisenverbindung wenigstens theilweise. Die durch Säure aus dem Bodensatz ausziehbare geringe Menge Kieselsäure und Thonerde dürften dagegen der schlammigen Verunreinigung des Wassers angehören.

Der Bodensatz wog	}getrocknet . . .	90	Milliontel	
vom Gewicht des Wassers		}geglüht . . .	84	„
der Glühverlust . . . . .			6	„

bestand theilweise aus organischer stickstoffhaltiger Substanz.

Pflanzliche oder thierische Organismen wurden bei der mikroskopischen Untersuchung nicht wahrgenommen.

## Analyse einiger Wasserproben aus den Bohrlöchern des Herrn Ingenieur Veitmeyer.

Die Bohrversuche des Herrn Veitmeyer sind noch nicht abgeschlossen und noch weniger sind es die dazu gehörigen Wasseranalysen. Ueber beide wird seiner Zeit ein ausführlicher, besonderer Bericht erstattet werden\*). Wenn ich hier schon jetzt Einiges mittheile, so geschieht es nur zu weiterer Bekräftigung meiner Annahme, dass in der Umgegend Berlins mit wenigen Einschränkungen ein sehr reines Untergrundwasser vorkommt, welches nicht als filtrirtes Spreewasser, sondern als hiesiges Normalbrunnenwasser aufzufassen ist.

Bei Beginn der hydrognostischen Bohrversuche musste Herr Veitmeyer sich möglichst in der Nähe der offenen Wassersammlungen, vorzüglich der vorkommenden grösseren Seen halten; in dem Maasse, als der Reichthum der tiefen Bodenschichten an Grundwasser und die Schnelligkeit des seitlichen Zuflusses, unabhängig von den offenen Wassersammlungen, bekannt wurde, war die Ausdehnung der Bohrversuche mehr landeinwärts angezeigt.

Solche sind nun in grösserer Zahl ausgeführt nordwestlich von Berlin zwischen dem Tegel- und Plötzensee und östlich von Berlin theils auf dem linken, theils auf dem rechten Spreeufer.

Die erstgenannte Gruppe der Bohrungen wird durch ein der Ordnungsnummer angehängtes a, die zweite durch ein b, die dritte durch ein c unterschieden, so dass also Ia das Wasser aus dem ersten Bohrloch zwischen dem Tegel- und Plötzensee bedeutet.

Bezüglich der Lage der einzelnen Bohrlöcher verweise ich auf den zu erwartenden Bericht des Herrn Veitmeyer.

Bei der Entnahme des Wassers für die Analyse ist sorgfältig berücksichtigt worden, ob die Wasserprobe das Wasser, wie es nach beendigter Bohrung das eingesenkte, gewissermaassen die Brunnenwandung vertretende eiserne Rohr ausfüllte, also mehr oder weniger Mischwasser aus den durchbohrten Erdschichten darstellte, oder ob sie als Grundwasser von der erreichten Maximaltiefe gelten durfte. In letzterem Falle war aus dem eisernen Rohr ein Viel-

---

\*) Der hier angekündigte Bericht ist im März 1873 an den Magistrat von Berlin erstattet worden.

faches seines Volumens abgepumpt worden, ehe die analytische Probe genommen wurde.

Die Unterschiede in der Zusammensetzung waren mitunter recht bedeutend, und meist zum Vortheil für das reine Grundwasser, die Vorlegung derselben verspare ich auf den ausführlicheren Bericht, es genügt hier, die Ergebnisse von einigen Wasserproben der Gruppe a mitzutheilen.

Analyse des Grundwassers zwischen dem Tegel- und Plötzen-See  
NW. von Berlin.

Von den Bohrlöchern Ia bis Va gab Nr. IIIa ein mooriges Wasser, auf dessen Betrachtung wir uns hier nicht einlassen wollen. Die andern Wasserproben kamen allerdings durch Sand getrübt in das Laboratorium, klärten sich aber schnell, besonders Nr. Va, wurden ganz farblos und hatten dann ganz reinen Geschmack. Nr. Ia wurde in acht verschiedenen, nach einander abgepumpten Portionen abgeliefert; ein merkbarer Unterschied zeigte sich in der Härte nicht und vereinigte man deshalb dieselben für die ausführlichen Analysen zu einer Mischprobe. Bei Nr. IIa, IVa und Va wurde, wie fortan ohne Ausnahme, nach Entnahme der ersten Probe eine grosse Menge Wasser abgepumpt, so dass die hier weiter zu besprechende letzte Probe als Tiefenwasser oder reines Grundwasser gelten darf. Die Analyse führte zu folgenden Resultaten:

Untergrundwasser aus der Gegend zwischen Plötzen- und Tegel-See,  
WNW. von Berlin.

Bestandtheile.	Milliontel.				Grade.			
	Ia.	IIa.	IVa.	Va.	Ia.	IIa.	IVa.	Va.
Kieselsäure . . . . .	10,4	20,0	15,1	12,3	—	—	—	—
Kalk . . . . .	61,4	49,0	76,2	45,6	10,96	8,76	13,6	8,15
Magnesia . . . . .	4,0	3,5	5,5	2,5	1,0	0,9	1,4	0,6
Kali . . . . .	3,7	0,5	0,6	0,3	0,39	0,05	0,06	0,03
Natron . . . . .	14,0	13,0	18,0	7,5	2,25	2,08	2,90	1,21
Schwefelsäure . . . . .	19,4	9,0	12,0	8,0	2,4	1,1	1,5	1,0
Chlor . . . . .	10,5	10,9	21,5	6,6	1,49	1,54	3,02	0,93

In allen 4 Wässern fand sich eine Spur Eisen und Thonerde, letztere überwiegend in Nr. Va, sie ist gemeinschaftlich mit dem

Kalk ausgefällt und gewogen worden. Der Salpetersäuregehalt betrug bei Nr. IV a nur etwa 1 Milliontel, bei den übrigen noch weniger, etwa  $\frac{1}{2}$  Milliontel.

Der Ammoniakgehalt war nur in dem (Misch-) Wasser Nr. Ia merkbar, nämlich 0,9 Milliontel, bei den übrigen entstand durch Nessler's Reagens bloß eine schwächere grünliche Färbung, nur Bruchtheile von Millionteln andeutend.

Der Gehalt an organischer Substanz hat wegen Zeitmangel nicht genau bestimmt werden können, war aber jedenfalls sehr gering (wenige Milliontel) besonders bei Nr. Va, dessen Verdampfungsrückstand beim Glühen kaum merkbar sich schwärzte.

Mit Gruppierung der Säuren und Basen wird die Zusammensetzung folgende:

Bestandtheile.	Milliontel.				Grade.			
	Ia.	IIa.	IVa.	Va.	Ia.	IIa.	IVa.	Va.
kohlensaure Magnesia . . . . .	8,4	7,4	11,6	5,2	1,0	0,9	1,4	0,6
kohlensaurer Kalk . . . . .	97,1	82,5	122,0	74,5	9,71	8,25	12,2	7,45
schwefelsaurer Kalk . . . . .	17,0	6,9	19,5	9,5	1,25	0,51	1,44	0,70
"    Kali . . . . .	6,8	0,9	1,0	0,5	0,39	0,05	0,06	0,03
"    Natron . . . . .	10,8	7,7	0,0	3,8	0,76	0,54	0,00	0,27
Chlornatrium . . . . .	17,4	18,0	34,6	10,9	1,49	1,54	2,95*)	0,93

Die Seifentitirung hatte ergeben:

Härte.	Ia.	IIa.	IVa.	Va.
natürliche . . . . .	12,6 Grad.	11,0 Grad.	14,0 Grad.	8,5 Grad.
zeitliche . . . . .	8,0 "	6,6 "	9,2 "	4,3 "
bleibende . . . . .	4,6 "	4,4 "	4,8 "	4,2 "

also ziemlich übereinstimmend mit der nach der Gewichtsanalyse berechneten, ausser bei Wasser Nr. IIa, welches aus unbekannt gebliebenem Grunde einen Ueberschuss von  $1\frac{1}{3}$  Grad zeigt.

Unter den hier aufgeführten 4 Wasserproben steht unbedingt

\*) Als Mittel von 2,9 Grad Natron und 3,02 Grad Chlor.

Nr. Va bezüglich seiner Reinheit weit voran; es ist sogar um ein Drittel weicher als das weiche Spreewasser und hat vor diesem den grossen Vorzug, dass es nicht nur bestens filtrirt ist, wie es künstlich im Grossen kaum möglich sein dürfte, sondern auch nicht entfernt so viel gelöste organische Substanz als Spreewasser enthält.

Aber selbst das Wasser Nr. Va ist noch nicht das weichste der von Herrn Veitmeyer erbohrten Wässer.

Auf die letzteren hier weiter einzugehen halte ich für unnöthig, glaube vielmehr jetzt schon den Beweis beigebracht zu haben, dass die Umgegend von Berlin ausserhalb des Weichbildes im tieferen Untergrunde ein Wasser birgt, welches selbst dem an sich vortrefflichen Wasser an der Südgränze des Berliner Stadtgebietes, am Höhenzuge des Kreuzbergs noch wesentlich voransteht und ihm gegenüber als Normalwasser zu bezeichnen ist.

Dass der Kühlbrunnen auf dem Hofe der Englischen Wasserwerke ein Wasser liefert, welches dem Normalwasser der Landschaft etwas nachsteht, mag zunächst dem Umstande beigemessen werden, dass der Brunnenschacht von der Erdoberfläche an mit Filterschicht versehen ist und also eine Zumischung von dem Wasser der weniger reinen Erdoberfläche erhält; aller Wahrscheinlichkeit nach erstreckt sich aber der Einfluss der städtischen Bodenverunreinigungen wenigstens bis in die Tiefe, zu welcher der Kühlbrunnen abgeteuft ist. Es sprechen hierfür Analysen von Wasserproben, welche am Neuen Schlesischen Thore erbohrt worden sind und auf welche ich bei Discussion des Berliner Brunnenwassers zurückkommen werde.

## II. Das Wasser der Spree und der Berliner Wasserleitung.

Das Berliner Wasserleitungswasser wird in den Filtrir- und Pump-Anlagen der Englischen Gesellschaft vor dem Stralauer Thore aus Spreewasser dargestellt. Es ist filtrirtes Spreewasser und unterscheidet sich von dem Flusswasser hauptsächlich durch mechanische Reinheit, indem die schwebenden Bestandtheile mehr oder weniger vollständig auf dem Sand des Filterbettes zurückgehalten werden. Zwar ist das Wasser der Spree beim Eintritt in das Stadtgebiet kaum jemals etwas schlammig, da ihr langsamer Lauf, besonders in den seeartigen Erweiterungen ihres Flussbettes,

die Sedimentation sehr begünstigt, doch ist es, abgesehen von einzelnen zufälligen ganz klar und opalescirt in der heissen Jahreszeit mitunter recht deutlich in Folge des darin sich entwickelnden organischen Lebens. Gewichtsanalytisch sind diese Beimischungen im Laboratorium kaum bestimmbar, aber man überzeugt sich von der Wirksamkeit des Filters durch die dunkelgefärbte Schlammsschicht, welche dasselbe bei Filtrirung von 4 Meter Wassersäule pro Quadratmeter und Tag allmählich bedeckt und wenn feucht zusammengeschaßt stinkender Fäulniss unterliegt. Gleichwohl ist die mechanische Reinigung keine ganz vollständige; das Mikroskop lässt in dem Wasserleitungswasser verschiedene Organismen auffinden, zu deren Abseihung eine mächtigere und dichtere, den Durchfluss aber auch entsprechend verzögernde Filtrirschicht erforderlich ist, als sich mit künstlicher Filtrirung für städtische Wasserversorgung vereinigen lässt.

Die chemischen Veränderungen, welche filtrirendes Flusswasser erleidet, sind in erster Linie vom Filtermaterial abhängig. Bei benutzung vollkommen reinen Quarzsandes dürften sie sich auf eine geringfügige Oxydation des Ammoniaks und der organischen Substanz durch die Luft beschränken, mit welcher das Wasser während des Filtrirungsprocesses in vermehrte Berührung kommt. Enthält der Sand, wie fast ohne Ausnahme, hydratisches Eisenoxyd und Thonerdesilikat, so findet eine Absorption von organischer Extractivsubstanz und Ammoniak statt, während vorhandene lösliche Beimischungen, wie Gyps und Alkalisalze, ausgelaugt werden.

Der in Berlin angewendete Sand ist ziemlich indifferent und deshalb seine chemische Einwirkung unbedeutend, wie sich aus Nachstehendem ergibt.

#### Analyse des Spreewassers vor und nach der Filtrirung in den Berliner Wasserwerken, den 4. Januar 1872.

Der Aufforderung des Herrn Ingenieur Veitmeyer folgend, in Gemeinschaft mit Herrn Professor Finkener das Wasser aus der Oberspree und aus der hiesigen (englischen) Wasserleitung in Bezug auf den Ammoniakgehalt\*) zu untersuchen, haben wir, Professor

---

\*) Die Schwierigkeiten, kleine Ammoniakgehalte genau zu bestimmen, sind bekannt; aus zahlreichen Analysen aber glaube ich schliessen zu dürfen, dass die von Herrn Professor Finkener gewählte Methode (vergleiche „Vorarbeiten

Finkener und ich, am Vormittag des 4. Januar 1872 auf dem Territorium der Englischen Wasserwerke von dem in das Filtrirbassin strömenden Spreewasser eine analytische Probe des Oberspreewassers genommen. Zur Untersuchung des Wasserleitungswassers diente eine von Herrn Professor Finkener am Nachmittag desselben Tages in der Bergacademie aufgefangene Probe.

Beiderlei Proben waren vollkommen klar und erschienen ganz ungefärbt, die Untersuchung begann noch am Abend und die auf Anwendung des Nessler'schen Reagens gestützten analytischen Aufzeichnungen konnten bereits am folgenden Mittag vorgenommen werden.

Die grüne Nüance der Gelbfärbung, welche durch das Nessler'sche Reagens hervorgerufen worden war, bekundete deutlich, dass die Reaction nur zum Theil von reinem Ammoniak bedingt sein konnte, und zwar noch weniger im Wasser der Wasserleitung als der Oberspree. Die Nüance im Wasserleitungswasser war diejenige einer sehr verdünnten Chromsäurelösung\*), während sie sich zwischen der Farbe dieser und einer Ferridacetatlösung\*) halten sollte; das Oberspreewasser neigte sich der Normalfarbe zu. Ich habe bereits früher (vergleiche meine Mittheilung „über den Ammoniakgehalt des Berliner Wassers“ an den Magistrat, dat. den 10. November 1870) das zeitweilige Auftreten der fraglichen Grünfärbung erwähnt; ohne noch den Grund dafür genauer als damals angeben zu können, darf ich doch hinzufügen, dass ich sie bei nun sehr zahlreichen Untersuchungen ausnahmslos in sehr ammoniakarmem Wasser beobachtet habe.

Auch die heut vorliegenden beiden Wasserproben zeichnen sich

---

zu einer zukünftigen Wasserversorgung der Stadt Berlin“ von L. A. Veitmeyer, Berlin 1871.) den Ammoniakgehalt durchaus zu hoch habe finden lassen. Um diese Frage bezüglich des Spreewassers auszutragen, hat denn auch Herr Professor Finkener die Freundlichkeit gehabt, an einer gleichzeitig von mir zu untersuchenden Wasserprobe die für Bestimmung minimaler Ammoniakmengen so geeignete Nessler'sche Reaction zur Anwendung zu bringen, und mittelst derselben ist Herr Professor Finkener ziemlich zu gleichen Resultaten mit mir gekommen.

Siehe auch weiter unten im Text, was über den Ammoniakgehalt des Destillationsrückstandes vom Wasserleitungswasser aus der Mineralwasserfabrik von Struve und Soltman gesagt werden wird.

\*) Specielleres hierüber gedenke ich in einer Abhandlung über die analytische Benutzung der Nessler'schen Reaction mitzutheilen.

durch einen geringen Ammoniakgehalt aus, der weit hinter 1 Milliontel bleibt, besonders bei dem Wasserleitungswasser. Wegen der abweichenden Nüancen sind die hervorgerufenen Farbenintensitäten mehr oder weniger incommensurabel, doch dürfte mit Sicherheit soviel gesagt werden können, dass der Ammoniakgehalt im Oberspreewasser höchstens  $\frac{1}{5}$  Milliontel im Wasserleitungswasser etwa  $\frac{1}{12}$  Milliontel betragen hat.

	Oberspreewasser.	Wasserleitungswasser.
Natürliche Härte . . . . .	11,4 Grad.	12,5 Grad.
Chlor . . . . .	{ 2,3 "	{ 2,4 "
	{ 16,5 Mlltl.	{ 17,0 Mlltl.
Schwefelsäure . . . . .	{ 1,4 Grad.	{ 2,5 Grad.
	{ 11,0 Mlltl.	{ 20,4 Mlltl.
Salpetersäure . . . . .	kaum Spur.	Spur.

Man sieht hieraus, dass durch die Filtrirung des Spreewassers der Chlorgehalt unberührt geblieben ist, dass dagegen die natürliche Härte, die Schwefelsäure und Salpetersäure zugenommen haben, und zwar Härte und Schwefelsäure ganz gleich.

Die Härte des Spreewassers ist fast ausschliesslich durch den Gehalt an Kalk und Magnesia bedingt und auffallender Weise zeigen auch die Finkener'schen Analysen von 1869 im Wasserleitungswasser fast genau um 1 Härtegrad mehr Kalk und Magnesia als im Spreewasser, indess bei fast unverändertem Schwefelsäuregehalt.

Die Härtezunahme beim Filtriren hängt augenscheinlich davon ab, dass aus dem als Filterbett dienenden Sand etwas Mineralsubstanz aufgelöst wird — was und wie viel? beruht natürlich auf dem Material des Filterbettes, der Gebrauchsdauer, Temperatur etc. Jetzt ist neben Kalk und Magnesia eine äquivalente Menge Schwefelsäure aufgenommen worden aus vorhandenem Gyps oder Schwefeleisen und dergleichen, 1869 dagegen keine Schwefelsäure.

Ammoniak wird in der Regel abnehmen, Salpetersäure dagegen sich vermehren.

Weiter oberhalb und zwar vor Cöpenik sowohl im Müggelsee als in der Dahme zeigt das Wasser nach Finkener's und meinen Beobachtungen denselben Charakter wie beim Eintritt der Spree in das städtische Weichbild.

Eine den 27. September 1872 geschöpfte Probe Müggelwasser gab mir:

Natürliche Härte . . . . .	11,5 Grad.
Zeitliche „ . . . . .	6,7 „
Bleibende „ . . . . .	4,8 „
Chlor . . . . .	{ 1,9 „
	{ 13,5 Mlltl.
Schwefelsäure . . . . .	{ 1,8 Grad.
	{ 14,0 Mlltl.
Salpetersäure . . . . .	0 „
Ammoniak . . . . .	Spur.

Eine am 4. December geschöpfte Probe desselben Wassers hatte einen merkbar höheren Gehalt an Chlor, nämlich 21,3 Mil-  
liontel, dagegen etwas weniger Schwefelsäure, nämlich 11,6 Mil-  
liontel. Eine ausführliche Analyse wird im Bericht über den Ver-  
suchsbrunnen am Müggelsee mitgetheilt werden\*).

Freilich wird mit der Zeit, wenn die Zahl und Ausdehnung  
der technischen Etablissements in Cöpenik und von da abwärts  
stetig zunimmt, ohne dass von denselben die Abfallwässer vor ihrem  
Erguss in die Spree gereinigt werden, die Verunreinigung der letz-  
teren bis an die Oberbaumbrücke, wo die Wasserentnahme für die  
städtische Wasserversorgung stattfindet, in ungünstiger Weise merk-  
bar werden.

Das Wasser der Englischen Wasserwerke ist im Laufe der  
letzten 3 Jahre von mir theils öfter, theils ausführlicher untersucht  
worden.

Die Proben sind ausser am 4. Januar 1872, wie oben be-  
merkt, dem Wasserleitungshahn in meinem Laboratorium entnom-  
men worden, sie haben ergeben:

---

\*) Dieser Bericht ist im März 1873 an den Magistrat erstattet worden und  
folgt im Anhang.

T a g.	Grade.					Milliontel.	
	Härte.			Chlor.	Schwefelsäure.	Chlor.	Schwefelsäure.
	natürliche.	zeitliche.	bleibende.				
1870. 12. Januar . . . . .	?	?	?	1,9	3,3	13,8	26,2
31. „ . . . . .	12,0	?	?	1,9	2,7	13,3	21,6
8. April . . . . .	10,6	?	?	?	?	?	?
21. „ . . . . .	10,6	?	?	1,5	1,6	11,0	12,8
12. Mai . . . . .	11,5	?	?	?	?	?	?
16. „ . . . . .	12,5	?	?	?	?	?	?
17. „ . . . . .	12,5	?	?	?	?	?	?
10. Juni . . . . .	11,3	?	r	?	?	?	?
12. Juli . . . . .	10,6	6,4	4,2	1,4	2,9	10,0	23,0
9. November . . . . .	10,8	5,6	5,2	2,3	1,7	16,3	13,6
1871. 20. September . . . . .	11,2	4,8	6,4	1,8	1,2	13,1	9,6
1872. 4. Januar . . . . .	12,5	?	?	2,4	2,5	17,0	20,5
9. Februar . . . . .	13,0	?	?	?	?	?	?
12. October . . . . .	11,4	4,3	7,1	4,2	1,5	29,7	12,0
13. November . . . . .	12,4	6,4	6,0	3,8	1,1	26,9	8,7

Der Gehalt an Salpetersäure und Ammoniak ist immer sehr unbedeutend gewesen, der erstere um 1 Mlltl. der letztere um  $\frac{1}{5}$  Mlltl. schwankend. Das Nessler'sche Reagens gab immer nur eine schwach grünliche Färbung, während reines Ammoniak auch in minimaler Menge eine bräunliche bedingt.

Von den weiteren Analysen habe ich zunächst einige mitzutheilen, welche im methodologischen Interesse ausgeführt worden sind.

Wasser vom 12. Januar 1870.

- 189 Milliontel Verdampfungsrückstand im Wasserbad getrocknet,
  - 28 Mlltl. Glühverlust,
  - 161 „ gekohlensäuerte Asche, wovon
    - 43 Mlltl. leicht löslich in Wasser (Alkalisalze),
    - 118 „ schwer oder unlöslich, (Erden)
- mit den Bestandtheilen:

57	Mlltl. Kalk	= 10,2 Grad,
5	„ Magnesia	= 1,2 „
13,8	„ Chlor	= 1,9 „
26,2	„ Schwefelsäure	= 3,3 „

Der Verdampfungsrückstand des Berliner Wasserleitungs- (und Spree-) Wassers ist durch Glühen in der Platinschale direct und ohne oxydirenden Zusatz kaum vollständig kohlefrei zu erhalten\*).

Beim Glühen und besonders beim Befeuchten des kohlehaltigen Glührückstandes entwickelt sich ein theeriger, an erhitzten Alaunschiefer erinnernder Geruch.

#### Wasserleitungswasser vom 31. Januar 1870.

191 Mlltl. Verdampfungsrückstand, im Wasserbad getrocknet,  
mit

129 Mlltl. kohlenstofffreier Mineralsubstanz und

62 „ organischer Substanz und Kohlensäure,

Gehalt an Chlor und Schwefelsäure, wie schon bemerkt, nämlich:

13,3 Mlltl. Chlor = 1,9 Grad,

21,4 „ Schwefelsäure = 2,7 „

Die Menge der kohlenstofffreien Mineralsubstanz war durch gelindes Erhitzen der kohlefreien Asche mit Kaliumbichromat bestimmt worden.

Die Schwefelsäurebestimmung, welche nach gleicher Methode (durch Fällen des von 1 Liter auf 150—200 Cc. über Gas concentrirten, dann mit Salzsäure angesäuerten Wassers mit Chlorbarium und 2tägiges Stehenlassen bis zur Filtrirung) in einer andern, aber an demselben Tage genommenen Wasserprobe ausgeführt wurde, ergab 21,8 Mlltl., also fast gleiches Resultat.

Ueber die unmittelbare Fällung des nur erhitzten und angesäuerten aber nicht concentrirten Wassers von so geringem Schwe-

---

\*) Um den Verdampfungsrückstand eines Wassers, welches frei von Salpetersäure oder relativ zur Menge der organischen Substanz arm daran ist, völlig zu oxydiren muss man entweder wie bei Darstellung von Pflanzenasche verfahren, d. h. die Alkalisalze auslaugen, oder eine ausreichende (gewogene) Menge Kaliumchlorat in Lösung zusetzen. Die Anwendung von Salpetersäure, frei oder als Ammonsalz, kann die Verflüchtigung von Schwefel als Hydrür oder Ammonverbindung veranlassen und macht die Asche nitrat-haltig.

felsäuregehalt, wie auch über die Concentration werde ich an anderem Orte sprechen.

Wasserleitungswasser vom 7. bis 13. Februar 1870.

In der hiesigen Mineralwasserfabrik von Struve und Soltmann wird das destillirte Wasser aus Wasserleitungswasser so gewonnen, dass während der Destillation das Niveau in der kupfernen Blase durch entsprechenden Zufluss constant erhalten wird. Nach Verlauf mehrerer Tage wird jeweilig die Blase von dem concentrirten Wasserrückstand nebst Kesselstein befreit und frisch beschickt. Die abgekühlten Dämpfe geben das destillirte Wasser, welches also das gleichzeitig verflüchtigte kohlen saure Ammoniak oder die ähnlichen Basen enthält. Für gewisse Zwecke wird das destillirte Wasser noch besonders gereinigt. Der Rückstand enthält die nicht flüchtigen Bestandtheile und darunter die organische Substanz.

Um letztere etwas näher kennen zu lernen, erbat ich mir solchen Wasserrückstand und erhielt ihn auch etwas weiter concentrirt als gewöhnlich für die Zeit vom 7. bis 13. Februar 1870.

Dieses concentrirte Wasser war biergelb gefärbt und durch abgeschiedenes braun gefärbtes Kalkcarbonat u. s. w. stark getrübt.

Es enthielt im Liter 573 Milligramm Chlor und war mit Zugrundelegung von 13,5 Ml. Chlorgehalt im Wasserleitungswasser (im Mittel nach dem 12. und 31. Januar) auf das  $42\frac{1}{2}$  fache concentrirt.

Seine Härte war reichlich 140 Grad, entsprechend gesättigtem Gypswasser.

1000 Gramm des sedimentirten Wassers wurden im Wasserbad verdampft und der Rückstand auf einem Papierdialysator, der nach Art eines Faltenfilters gebrochen war, bis zum Aufhören der Salzsäurereaction dialysirt. Das Diffusat enthielt neben den verschiedenen Mineralsalzen, worunter Nitrat stark vertreten war, etwas organische Substanz.

Das Filtrat des Dialysatorinhaltes gab verdampft und bei 110 Grad getrocknet 184 Mgm. amorphen Rückstand, der beim Glühen caramelartigen Geruch verbreitete und 60 Mgm. Asche hinterliess; der Gehalt des concentrirten Wassers an organischer Colloidalsubstanz betrug demnach 124 Milliontel, d. i. rund 3 Milliontel des frischen Wasserleitungswassers.

Der abfiltrirte unlösliche Theil wurde mit Salzsäure behandelt und nochmals auf den Dialysator gebracht; der Verdampfungsrückstand wog nach 52tägiger Verwahrung über Schwefelsäurehydrat

	101 Mgm.
bei 110 Grad getrocknet . . . . .	97 ”
bei 120 ” ” . . . . .	94 ”
und hinterliess Asche . . . . .	56 ”
so dass also die mit Caramelgeruch verbundene organische Substanz betrug . . . . .	38 ”

38 Milliontel des concentrirten Wassers aber sind nicht ganz 1 Milliontel des frischen Wasserleitungswassers.

Beiderlei organische Colloidalsubstanz zusammen macht nahezu 4 Milliontel vom Wasserleitungswasser.

Eine spätere Dialyse gab pro Liter concentrirtes Wasser:

- a) bei weiterer Verdampfung in Lösung geblieben  
 294 Mgm. Trockensubstanz (über Schwefelsäure),  
 darin 4,7 Mgm. Stickstoff,  
 das ist 1,6 Procent der Trockensubstanz,  
 oder 4,7 Mlltl. des concentrirten Wassers,  
 ” 0,11 ” des frischen Wasserleitungswassers,
  - b) in der mittelst Salzsäure erhaltenen Lösung der beim Einengen abgeschiedenen Kalksalze nach Dialysirung  
 24 Mgm. Trockensubstanz,  
 darin 0,25 Mgm. Stickstoff,  
 das ist 1,0 Procent der Trockensubstanz,  
 oder 0,25 Mlltl. des concentrirten Wassers,  
 ” 0,006 ” ” frischen Wasserleitungswassers,
  - c) in dem ungelösten Rückstande von b  
 72 Mgm. Trockensubstanz (wenig organisch),  
 darin 0,3 Mgm. Stickstoff,  
 das ist 0,4 Procent der Trockensubstanz,  
 oder 0,3 Mlltl. des concentrirten Wassers,  
 ” 0,007 ” ” frischen Wasserleitungswassers.
- Summa colloidalen Stickstoff  
 5,2 Mlltl. des concentrirten Wassers  
 oder 0,123 ” ” frischen Wasserleitungswassers.

Die beiden Dialyseversuche wurden in der Absicht angestellt, die fäulnissfähige Substanz des Wasserleitungswassers kennen zu lernen. Den günstigsten Boden, den man für Entwicklung von

Parasiten kennt, bilden die colloidalen, durch hohen Stickstoffgehalt ausgezeichneten Proteinkörper. Es ist nun allerdings mit Benutzung des Destillationsrückstandes eine rund 4 Milltl. des frischen Wasserleitungswassers betragende Menge organischer Colloidalsubstanz mit rund 3 Procent Stickstoff isolirt worden; aber dieselbe stellt sich viel näher dem Humin als dem Protein an die Seite. Auch wurde in ihrer wässrigen Lösung keinerlei fäulnissartige Zersetzung, nicht einmal Schimmelbildung beobachtet. In dem Destillationsrückstand wurden nach längerer Verwahrung keine andere Organismen als Protococcuszellen aufgefunden.

Wenn in stark concentrirtem Wasser Fäulniss oder Schimmelbildung nicht vorkommt, so ist das kein Beweis für Abwesenheit fäulnissfähiger Substanz; diese kann in dem stark concentrirten Wasser durch die Salze des Wassers geschützt sein, wie z. B. beim Pökeln des Fleisches. Für Entfernung der antiseptischen Salze aber dürfte es gegenwärtig kaum ein anderes Mittel als Dialyse geben. Freilich sind auch die fäulnissfähigen Substanzen nicht so colloidal, dass sie nicht theilweise mit diffundiren.

Leichter als auf chemischem Wege wird der Nachweis von fäulnissfähiger Substanz in Wasser durch mikroskopische Culturen verschiedener Schmarotzergebilde zu führen sein, nach der Zunahme oder Abnahme der Lebensthätigkeit.

Unter den Versuchen mit dem inredestehenden Destillationsrückstandswasser verdient eine Ammoniakbestimmung noch kurze Erwähnung.

Als jenes concentrirte Wasserleitungswasser nach längerer Verwahrung zur chromometrischen Ammoniakbestimmung mittelst Nessler's Reaction vorbereitet war, zeigte sich die alkalisch gemachte Wasserprobe ohne Reagens zufolge Humingehalt coloräquivalent einer reinen Lösung mit 1,0 Milliontel Ammoniak; mit Reagens coloräquivalent einer Lösung mit 1,38 Milliontel Ammoniak, hatte aber eine entschiedene grüne Nüance, wie entsprechend behandeltes frisches Wasserleitungswasser. Der Gehalt an Ammoniak oder dessen Verwandten berechnet sich also auf ungefähr 0,4 Milliontel.

Die Intensität und Nüance der Färbung, welche durch das Nessler'sche Reagens in dem destillirten Wasser der mehrgenannten Mineralwasserfabrik von Struve und Soltmann hervor-

gerufen wird, ist durchschnittlich die gleiche als im frischen Wasserleitungswasser.

In dem Destillationsrückstand ist die Nüance gleichfalls stark grünlich, die Intensität durch Differenzbestimmung etwas höher gefunden worden — ich glaube hierin einen sichern Beweis dafür zu finden, dass die grüne Nüancirung nicht durch einen accessori-schen Bestandtheil des Wassers hervorgerufen wird, sondern dem in ihm enthaltenen ammoniakartigen Körper eigenthümlich ist, und dass die Nessler'sche Reaction den Ammoniakgehalt des Wasserleitungswassers, bezüglich Spreewassers nicht zu niedrig angiebt.

Wasserleitungswasser vom 21. Mai bis 20. Juni 1870.

In der Zeit vom 21. Mai bis 20. Juni 1870 wurden allmorgentlich vom Wasserleitungshahn in meinem Laboratorium circa  $\frac{1}{3}$  Liter von dem Wasser abgezapft, welches über Nacht in den Leitungsröhren gestanden hatte. Es galt hauptsächlich den Nachweis, ob das weiche Spreewasser durch Berührung mit den bleiernen Leitungsröhren bleihaltig wird?

Das in Summa 10316 Gramm betragende Wasser wurde mit Salzsäure angesäuert und im Wasserbad concentrirt, dann mit Schwefelwasserstoff imprägnirt stehen gelassen. Es bildete sich ein schwarzer Bodensatz, der filtrirt und an der Luft geglüht 3 Milligramm wog.

Nach genauerer Untersuchung bestand der Schwefelwasserstoffniederschlag aus Kupfer, etwas über 2 Zehnmilliontel, ohne Blei.

Die zum Ansäuern benutzte Salzsäure war kupferfrei befunden worden.

Welchen Antheil an dem beobachteten Kupfergehalt des Wasserleitungswassers der messingene Hahn gehabt hat, ist nicht näher untersucht worden.

Eine gesundheitsschädliche Wirkung dürfte dem geringen Kupfergehalt nicht beizumessen sein.

Das Filtrat vom Schwefelkupfer wurde auf  $16\frac{1}{2}$  Gramm eingengt und sein Ammoniakgehalt nach Schlösing (Exhalation bei gewöhnlicher Temperatur in titrirte Schwefelsäure) bestimmt; gefunden wurden 0,36 Milliontel Ammoniak.

Der ammoniakfreie Rückstand lieferte, nachdem er mit geringem Säureüberschuss verdampft worden war, durch Verbrennen mit Natronkalk:

0,9 Milliontel Ammoniak = 0,7 Milliontel Stickstoff, meist aus organischer Substanz stammend.

Die nach der Verdampfungsmethode gefundene Ammoniakmenge stimmt befriedigend mit derjenigen, welche aus der Nessler'schen Reaction durchschnittlich abzuleiten ist.

Der durch Verbrennen mit Natronkalk bestimmte Stickstoffgehalt übertrifft rund um das Sechsfache denjenigen, welcher nach vorausgegangener Dialyse des Verdampfungsrückstandes sich ergeben hatte (vergleiche das Wasser vom 7—13. Februar 1870). Der Grund liegt darin, dass durch Dialyse einerseits alle Salpetersäure entfernt wird, welche beim Glühen von organischer Substanz und Natronkalk theilweise in Ammoniak übergeht, und dass andererseits die stickstoffhaltige organische Substanz nicht durchaus colloidal ist, sondern theilweise diffundirt. Sehr deutlich ist dieses bei der Spüljauche bemerkt worden.

#### Wasserleitungswasser vom 21. April 1870.

Die Analyse galt hauptsächlich dem Gehalt an organischer Substanz und bediente man sich eines Zusatzes von kohlen-saurem Kali.

Es wurde gefunden:

		8,9 Milliontel Kieselsäure nebst Spuren von Eisenoxyd und Thonerde,
54,2	„	Kalk = 9,7 Grad,
3,6	„	Magnesia = 0,9 „
12,2	„	Alkalien (durch Differenz),
11,0	„	Chlor = 1,5 Grad,
12,8	„	Schwefelsäure = 1,6 „
13,2	„	organische Substanz nebst Spur Salpetersäure, Acidität = 1,5 Grad.

Die Härte berechnet sich auf 10,6 Grad.

In dem Wasserleitungswasser vom 20. September 1871 wurde die Menge der organischen Substanz mittelst zugesetzten Natriumcarbonats und diejenige der Alkalien direct nach gewöhnlicher Methode bestimmt.

Die Zusammensetzung war folgende:

6,5	Milliontel	Kieselsäure,	
0,9	„	Thonerde nebst Eisenoxyd und Spur Phosphorsäure,	
55,7	„	Kalk	= 10,0 Grad,
3,4	„	Magnesia	= 0,9 „
0,4	„	Kali	= 0,05 „
19,4	„	Natron	= 3,1 „
13,1	„	Chlor	= 1,8 „
9,6	„	Schwefelsäure	= 1,2 „
23,0	„	organische Substanz nebst Spur Salpetersäure, Acidität	= 1,4 Grad,
		Natürliche Härte berechnet	= 10,9 „
		direct bestimmt	= 11,3 „

Das Nessler'sche Reagens erzeugte eine schwache gelbgrüne Färbung wie  $\frac{3}{8}$  Milliatom Chromsäure\*) im Liter Wasser.

Die hier mitgetheilten Analysen zeigen, dass die Zusammensetzung des unfiltrirten und filtrirten Spreewassers, des Flusswassers und Wasserleitungswassers nicht constant ist. Sie sind zwar nicht zahlreich genug, um den Grund der Schwankungen erkennen zu lassen, aber sie genügen, um das Spreewasser oberhalb Berlin als ein sehr weiches Wasser zu charakterisiren, unter dessen Bestandtheilen nur die organische Substanz eine unerwünschte Höhe des Gehaltes erreicht.

---

### Wir wenden uns nun zur Betrachtung der Veränderungen des Spreewassers innerhalb der Stadt.

Die Reihe der hierauf bezüglichen Analysen wurde mit Untersuchung des Luisenstädtischen Canals, über dessen Beschaffenheit von dem an seinen Ufern erbauten mächtigen neuen Stadttheile laute Klagen erhoben wurden, im Winter 1870 begonnen.

Die nöthigen Wasserproben nahm man an der Treppe, welche vom westlichen Theil des Oranienplatzes an der Oranienbrücke oberhalb der daselbst mündenden Strassenschleuse in den Canal hinabführt und zwar:

---

\*) 50,4 Milligramm Chromsäure = 1 Milliatom.

Probe I. den 4. Februar 1870 nach und bei strenger Kälte unter einer starken Eisdecke;

Probe II. den 29. März 1870, nachdem das eingetretene Thauwetter den schwachströmenden Kanal nahezu vollständig eisfrei gemacht hatte.

Probe I. war schwach milchig getrübt, hauptsächlich durch mikroskopische Organismen, welche durch Filtriren nur schwierig zu beseitigen waren, im frischen Zustande ohne Geruch und Reaction.

Probe II. war durch dunkelgefärbte, an Organismen reiche Schlammtheile stark getrübt, verbreitete einen intensiven Fäulnissgeruch, der vom ganzen Kanal unterhalb der Adalbertsbrücke aus je nach der Windrichtung die Umgebung weithin verpestete, enthielt viel Schwefelwasserstoff und reagirte deutlich alkalisch.

Die Probe II. stellte dem Filtriren dieselben Schwierigkeiten entgegen, wie Cloakenwasser. Ein die Infusorien tödtender Zusatz von 0,2 Pm. Carbolsäure änderte hieran Nichts; nach stägiger Verwahrung im Laboratorium dagegen vereinigte sich der anfänglich fein vertheilte Schlamm zu grösseren Flocken, fiel alsbald vollständig zu Boden und konnte dann auf einem Filter gesammelt werden.

Ueber die chemische Zusammensetzung der beiden Wasserproben sind folgende Erhebungen gemacht worden.

Probe I. vom 4. Februar 1870, filtrirt:

5,7 Mltl.	Kieselsäure nebst geringen Mengen Eisenoxyd, Thonerde und Phosphorsäure,
24,7	„ Schwefelsäure,
23,0	„ Chlor, entsprechend 37,9 Mltl. Chlornatrium,
60,7	„ Kalk,
5,6	„ Magnesia,
4,4	„ Stickstoff, wovon: 3,6 Mltl. in Form von 4,2 Mltl. Ammoniak und 0,8 „ in organischer Verbindung.

Ein geringer Salpetersäuregehalt (circa  $\frac{1}{2}$  Milliontel) konnte mit Sicherheit in 1 Liter Wasser nachgewiesen werden.

Probe II. vom 29. März 1870.

a) unfiltrirt:

45,2 Mltl. Stickstoff, wovon

37,4 Mlltl. in Form von 45,4 Mlltl. Ammoniak und  
7,8 „ in organischer Verbindung.

b) sedimentirt:

aa) in Lösung:

19,5 Mlltl. Kieselsäure nebst Eisenoxyd, Thonerde und  
Phosphorsäure,  
56,0 „ Schwefelsäure,  
78,8 „ Chlor entsprechend 129,8 Mlltl. Chlornatrium,  
92,0 „ Kalk,  
12,5 „ Magnesia,  
51,0\*) „ Alkalien in Sauerstoffsalzen,  
42,7 „ organische Substanz, mit 1,8 Mlltl. gebundenem  
Stickstoff,

(nach 5wöchentlicher Verwahrung des Wassers);

bb) im Schlamm:

37,9 Mlltl. wasserfreie Substanz, wovon  
25,5 Mlltl. verbrennliche organische Substanz,  
12,4 „ Aschenbestandtheile.

Bei Beurtheilung des Wassers im Luisenstädtischen Kanal nach den vorstehenden Analysen haben wir von dem Gesichtspunkte auszugehen, dass genannter Kanal als ein künstlicher Spreearm aufzufassen ist und sein Wasser also mit demjenigen der Oberspree gleich beschaffen sein sollte. Letzteres nun, das Wasser der Oberspree, enthielt im Sommer 1869 nach Professor Finkener's Untersuchung vor den englischen Wasserwerken:

6,3 Milliontel Kieselsäure, Eisenoxyd, Thonerde und Phosphorsäure,  
11,4 „ Schwefelsäure,  
15,7 „ Chlor, entsprechend 25,8 Mlltl. Chlornatrium,  
51,5 „ Kalk,  
4,5 „ Magnesia,  
8,8\*\*) „ Alkalien in Sauerstoffverbindung,  
2,3 „ Stickstoff in Form von Salpetersäure und Ammoniak.

\*) 120 Milliontel Alkalien einschliesslich 69 Mlltl. Natron aus dem Chlornatrium.

\*\*) 22,5 Milliontel mit Berücksichtigung des Chlornatriums.

Stickstoffgehalt der organischen Substanz unbekannt, aber jedenfalls höchst unbedeutend\*).

Danach hat die Zufuhr zum Wasser des Luisenstädtischen Kanals betragen für:

Probe I.	Probe II.
13,3 Milliontel.	44,6 Milliontel Schwefelsäure,
12,1 „	104,0 „ Chlornatrium,
9,2 „	40,5 „ Kalk,
1,1 „	8,0 „ Magnesia,
? „	42,2 „ Alkalien in Sauerstoffverbindung,
2,1 „	42,9 „ Stickstoff.

Die Unterschiede in der Zusammensetzung des Wassers von der Oberspree und dem Luisenstädtischen Kanal zu Anfang Februar (Probe I.) mögen als geringfügig erscheinen, sie sind indess grösser als nach Finkener zwischen dem Spreewasser oberhalb Berlin und unterhalb Charlottenburg und zeigen also, dass im Februar der Luisenstädtische Kanal bei seiner unbedeutenden Länge verhältnissmässig mehr verunreinigt war, als im vergangenen Sommer die Spree während ihres Laufes durch Berlin und Charlottenburg.

Hiergegen sind die Unterschiede zwischen der Spree und dem Luisenstädtischen Kanal Ende März so gross, dass letzterer nicht mehr als ein Flussarm zu erkennen ist, sondern als eine städtische Cloake angesprochen werden muss, deren Inhalt concentrirter ist, als das den 6. November 1869 bei Gelegenheit des Lenk'schen Desinfectionsversuchs analysirte Cloakenwasser der Königgrätzer Strasse, denn auf 1000000 Theile Wasser berechneten sich von den für städtisches Schmutzwasser charakteristischen Bestandtheilen:

\*) Als ich im Frühjahr 1870 dem Magistrat über meine Analysen des Wassers aus dem Luisenstädtischen Kanal Bericht erstattete, hatte ich nur erst ein spärliches Material zu einer Hydrognosie von Berlin gesammelt und erschien es mir deshalb am gerathensten, als Vergleichungspunkt die Finkener'sche Analyse zu wählen. Es wird danach der Zustand des Luisenstädtischen Kanals auch jetzt noch hinreichend charakterisirt; mit Zugrundelegung eines (durchschnittlich) geringeren Ammoniakgehaltes im Spreewasser tritt die damalige Verpestung des Kanals noch etwas schroffer hervor.

in der Königgrätzer Strassen-Cloake.	im Luisenstädtischen Kanal.
33,5 Mltl.	56,0 Mltl. Schwefelsäure,
76,4 „	129,8 „ Chlornatrium,
33,5 „	45,4 „ Ammoniak.

demnach im Luisenstädtischen Kanal ungefähr das Anderthalbfache von dem Gehalt des Cloakenwassers der Königgrätzer Strasse den 6. November 1869.

Nach späteren Ermittlungen (vergl. diese Berichte Heft VIII. S. 386) muss allerdings das Cloakenwasser vom 6. November 1869 als durch Regen stark verdünnt gelten; immerhin aber ist das Wasser des Luisenstädtischen Kanals am 29. März 1870 als circa 40 Procent normaler Spüljauche enthaltend zu schätzen.

Ueber die Ursachen, welche den für Schiffahrtszwecke gebauten Luisenstädtischen Kanal in eine städtische Cloake verwandeln, kann kein Zweifel sein und eben so wenig über die grossen sanitären Gefahren, welche aus einem derartigen Missbrauche für die ganze Stadt, zunächst aber für die angränzenden Stadtviertel erwachsen und deren Weite durch die eben vorgelegten chemischen Analysen nur erst zum Theil, vielleicht nur zum geringeren, dargethan wird, da es sich nicht bloss um gewöhnlichen städtischen Unrath handelt, sondern um Lazaretheffluvien und da von diesen Stoffen eine reichliche Menge stetig gährenden Schlammes gebildet wird.

Für eine gründliche Abhülfe der Kanalverpestung dürfte es nur ein Mittel geben, nämlich die möglichst vollständige Fernhaltung jedweden Unraths vom Kanal; so lange diese Maassregel nicht durchführbar ist, dürfte wenigstens eine Aenderung der jetzt vorhandenen Missstände durch eine kräftigere Wasserströmung im Kanal anzustreben sein, besonders während des Winters, wo der Wasserumsatz zu vermissen ist, der während des Sommers mit dem Durchschleusen der Spreekähne verbunden ist.

Das Wasser des Luisenstädtischen Kanals ist seit der Zeit noch einigemale untersucht worden, nach Proben, theils von der Oranienbrücke, theils von dem etwas weiter abwärts gelegenen Wasserthor.

Probenahme.		Grade.					Milliontel.		
Oertlichkeit.	Zeit.	Härte.			Chlor.	Schwefelsäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Ammoniak.
		natürl.	zeitliche	bleibende					
	1870.								
Oranienbrücke	6. August	12,1	3,1	9,0	3,0	?	21,3	?	1,0
Wasserthor	29. Septbr.	11,5	6,1	5,4	3,2	2,0	22,7	16,0	0,9
	1871.								
Oranienbrücke	{ 30. August	11,7	3,4	8,3	2,3	1,3	16,3	11,1	0,7
	{ 22. Novemb.	12,3	?	?	2,5	?	17,5	?	1,7
Wasserthor	„	13,0	?	?	3,0	?	21,3	?	5,0
	1872.								
Wasserthor	{ 27. Februar	?	?	?	3,6	2,3	25,6	18,0	4,1
	{ 28. October	12,1	4,6	7,5	6,3	2,0	44,9	16,3	13,9
Oranienbrücke	4. März	12,0	4,3	7,7	2,9	1,8	20,4	14,0	2,0

Die hauptsächlichste Verunreinigung, welche das Spreewasser bei seinem Laufe durch Berlin erfährt, beruht auf Zufluss von Rinnsteinwasser (Spüljauche). Diesem ist ein besonderes Capitel in den Berichten über den Berieslungsversuch mit Rinnsteinwasser gewidmet. Sein Antheil an der Verunreinigung des Spreewassers wird am sichersten nach der Steigerung des Gehaltes an Chlor (in Form von Chlornatrium) und Ammoniak bemessen; man würde zu den charakteristischen Bestandtheilen den Schlamm zu rechnen haben, wenn sich derselbe nicht auf unregelmässige und uncontrolirbare Weise der Analyse entzöge.

Andere Bestandtheile, wie Salpetersäure, Schwefelsäure, Erdsalze („Härte“), welche durch ihr reichlicheres Auftreten das städtische Brunnenwasser deutlich von dem localen Normalwasser unterscheiden, können in Flusswasser durch zufließendes Rinnstein-

wasser nur innerhalb beschränkter Gränzen vermehrt werden, es hängt das mit der Reihe von chemischen Veränderungen zusammen, welche das Rinnsteinwasser vom Entstehungs Augenblick an durch den Process der Fäulniss und „Selbstreinigung“ erleidet. Auf letztere kommen wir ausführlicher zu sprechen.

Als analytische Beläge dürfen auch die weiter unten mitgetheilten Analysen vom Spreewasser gelten.

Nach Gehalt an Ammoniak und Chlor zeigt der Luisenstädtische Canal am Wasserthor im Mittel eine stärkere Verunreinigung als an der Oranienbrücke; es ist auch nicht anders zu erwarten, da inzwischen mehre Strassenschleussen dem gegebenen Quantum Spreewasser ihren verpesteten Inhalt zuführen.

Aber selbst am Wasserthor hat die Verunreinigung des Canals nie wieder die am 29. März 1870 beobachtete Höhe erreicht, hat im Gegentheil (ausser am 28. October 1872) nur einen kleinen Bruchtheil von damals betragen. Die seither ausgeführten Analysen sind zwar nicht zahlreich, es sind indess die Wasserproben im vorigen Herbst und Winter an Tagen genommen worden, wo die Verunreinigung verhältnissmässig am grössten war.

Warum das Wasser seit dem Frühjahr 1870 weniger verpestet gewesen ist, als früher, hat seinen Grund nicht darin, dass die Unrathzufuhr quantitativ abgenommen hat. — Aller Wahrscheinlichkeit nach wächst diese stetig, so lange die bestehende Reinhaltung oder richtiger: „Nichtreinhaltung“ Berlius andauert, — sondern darin, dass eine bessere Spülung des Kanals durch einen gesteigerten Zufluss von Spreewasser stattgefunden hat.

Um die Spülung des Canals unabhängig von der Schiffahrtsschleusse ausführen zu können, ist neben der Schleusse ein weites eisernes Rohr verlegt worden, durch welches der Canal in Verbindung mit dem Fluss gesetzt ist. Leider wird die Wirkung dieses Rohres zeitweilig künstlich beschränkt, einerseits durch Absperrung aus Rücksicht auf die Fortbewegung der Kähne im Canal, anderseits dadurch, dass die Anstauung des Landwehrcanals bei der Freiarbeite bei andauernder Trockenheit und daraus folgendem Wassermangel den Niveauunterschied zwischen Luisenstädtischem Canal und Spree bis fast zum Verschwinden ausgleicht. Dieser Fall ist im Sommer 1872 eingetreten und damit hängt die bedeutend gesteigerte Verunreinigung zusammen, wie sie durch die Analyse vom 28. October 1872 angezeigt wird.

Noch einmal auf das Jahr 1870 zurückgehend bemerken wir, dass am 6. August der Luisenstädtische Canal verhältnissmässig wieder sehr rein war, und vielleicht noch reiner am 29. September, an welchem Tage das einer stärkeren Beschmutzung ausgesetzte Wasser am Wasserthor fast gleiche Zusammensetzung mit dem Wasser von der Oranienbrücke am 6. August zeigte.

In Verbindung mit den vorbeschriebenen Arbeiten ist mehre

Zusammensetzung des Wassers der städtischen Wasser

Fortlaufende Nummer.	P r o b e n a h m e.		
	Oertlichkeit.		
	Tag.	Stunde.	
			in Berlin.
I.	September 29.	3½ Uhr Nm.	Luisenstädtischer Canal östliche Treppe des Bassins bei der Zwillingsbrücke
II.	„ „	4 Uhr Nm.	Luisenstädtischer Canal, am Wasserthor . . . . .
III.	„ „	5 Uhr Nm.	Landwehr-Canal, an der Moritzhofbrücke . . . . .
IV.	„ „	4¼ Uhr Nm.	Zwirngraben (Königsgraben), an der Treppe vor Nr. 9. Neue Promenade
V.	„ „	4½ Uhr Nm.	Grüner Graben, vor der Brücke bei Nr. 7. Kupfergraben . . . . .
			unterhalb Berlin:
VI.	October 5.	10½—12½ Uhr Mittag.	in Charlottenburg oberhalb der Brücke vor dem Grundstück des Schiffbauer Wentz . . . . .
VII.	„ „	3½—5½ Uhr Nm.	in Spandau, an der Spreetreppe vor der Artillerie-Werkstatt . . . . .
—	—	—	—
VI.	„ 6.	12 Uhr Mittag.	in Charlottenburg, oberhalb der Brücke vor dem Grundstück des Schiffbauer Wentz . . . . .

Male die Verunreinigung des Spreewassers bei seinem Laufe durch die Stadt verfolgt worden und ein Mal auch das Verhalten der Spree unterhalb Berlins bis zu ihrer Vereinigung mit der Havel bei Spandau.

Ueber die analytischen Ergebnisse liefern zunächst die beiliegenden Tabellen A. und B. Aufschluss.

Tabelle A.

läufe und der Spree unterhalb Berlin im Herbst 1870.

Grade.					Milliontel.						
Härte.			Chlor.	Schwefelsäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Ammoniak.	Stickstoff in gelöster organischer Substanz.	Schlamm.		
natürliche.	zeitliche.	bleibende.							organisch.	mineralisch.	Summa.
10,6	4,0	6,6	2,9	1,7	20,6	13,6	0,35	0,7	2,75	4,18	6,93
11,5	6,1	5,4	3,2	2,0	22,7	16,0	0,9	0,9	6,32	3,53	9,85
12,6	6,0	6,6	3,5	2,1	24,9	16,8	1,7	1,0	3,38	2,75	6,13
12,8	6,6	6,2	4,6	3,1	32,7	24,8	8,6	1,2	34,5	12,3	46,8
16,7	5,2	11,5	8,4	5,5	59,6	44,0	16,0	1,7	12,1	13,6	25,7
11,5	4,5	7,0	3,3	2,0	23,4	16,0	1,81	1,1	1,97	2,07	4,04
12,3	5,1	7,2	3,1	2,1	22,0	16,8	1,83	1,0	3,14	3,74	6,88
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12,2	5,9	6,3	3,3	2,1	23,4	17,0	1,86	1,0	3,52	3,32	6,84

Zusammensetzung des Wassers der städ

Fortlaufende Nummer.	P r o b e n a h m e.		
	Oertlichkeit.		
	Tag.	Stunde.	
I.	30. August	5 Uhr Nm.	Luisenstädtischer Canal, Bassin an der Zwillingsbrücke . . . . .
II.	„ „	7 Uhr Nm.	Luisenstädtischer Canal, an der Oranienbrücke . . . . .
III.	31. August	5 Uhr Nm.	Landwehr-Canal, an der Moritzhofbrücke . . . . .
IV.	30. „	6 Uhr Nm.	Zwirn- (Königs-) Graben, an der Treppe vor Nr. 9. Neue Promenade . . . . .
V.	„ „	6½ Uhr Nm.	Grüner Graben, vor der Brücke bei Nr. 7. Kupfergraben . . . . .

Die Temperatur war 1870 12 bis 13 Grad, 1871 19 bis 20 Grad C.; das Wasser aus dem Grünen Graben war etwas wärmer, wohl zufolge der reichlichen Aufnahme von Fabrikabwasser.

Das Wasser aus dem Landwehr canal und dem Zwirn graben hatten schwachen, dasjenige des Grünen Grabens starken Rinnsteingeruch bei leicht nachweisbarem Schwefelwasserstoffgehalt und deutlich basischer Reaction. Im Wasser des Landwehr canals war die Reaction sehr schwach. Das Spreewasser am Anfang des Luisenstädtischen Canals, im Bassin bei der Zwillingsbrücke war geruchlos, zwischen dieses Wasser und demjenigen des Zwirn grabens stellte sich nach Geruch das Wasser von der Oranienbrücke und dem Wasserthor, von Spandau und endlich von Charlottenburg.

Aehnliche Reihenfolge war bezüglich der Trübung und Färbung zu beobachten. Im Wasser Nr. I. (Oberspree) war die Trübung nur sehr schwach, wurde aber merkbarer im Luisenstädtischen und Landwehr-Canal, in welchem einzelne zusammengeballte Schlammflocken

Tabelle B.

tischen Wasserläufe im August 1871.

Grade.					Milliontel.						
Härte.			Chlor.	Schwefelsäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Ammoniak.	Stickstoff in gelöster organischer Substanz.	Schlamm.		
natürliche.	zeitliche.	bleibende.							organisch.	mineralisch.	Summa.
11,4	5,5	5,9	1,9	1,0	13,7	8,2	0,2	?	2,4	3,4	5,8
11,7	3,4	8,3	2,3	1,25	16,3	11,1	0,7	?	3,4	3,7	7,1
11,6	3,0	8,6	3,0	1,6	21,3	13,1	3,7	1,2	12,0	18,0	30,0
12,2	4,3	7,9	3,5	2,1	25,0	16,8	2,5	?	10,5	8,5	19,0
18,1	6,2	11,9	8,8	5,0	62,0	40,0	15,0	3,3	25,7	14,3	40,0

schwammen; ähnlich war es in der Unterspree bei Charlottenburg; bei Spandau waren die Flocken spärlicher, aber grösser.

Das Wasser des Zwirn grabens war mehr milchig getrübt, das des Grünen Grabens dunkelblauschwarz gefärbt; in beiden schwammen gröbere Gegenstände. Im frischen Schlamm fehlte es natürlich nicht an zahlreichen Organismen.

Die Asche des Schlammes hinterliess bei Digestion mit Salzsäure relativ viel Sand; die Lösung enthielt relativ viel Ferridphosphat.

Der Gehalt an Salpetersäure war im Allgemeinen sehr gering; 1870 (Tabelle A.) betrug er für Nr. I. weniger als 1 Milliontel und stieg über Nr. II. und III. in IV. auf ca. 4 Miltl. Nr. VI. und VII. standen Nr. II. am nächsten. Nr. V. war salpeterfrei.

1871 (Tabelle B.) enthielt Nr. II. am meisten, doch nicht viel mehr als 1 Miltl.; Nr. I., III. und IV. zeigten abnehmend weniger, Nr. V. keine Spur, so ziemlich im umgekehrten Verhältniss des steigenden Fäulnisszustandes.

Ueber die Nitrification bei längerer Verwahrung siehe den Nachtrag zur „Selbstreinigung“.

Der Verdampfungsrückstand der Wässer entwickelte bei Uebergiessung mit Schwefelsäure den Geruch nach flüchtigen Fettsäuren (Buttersäure und dergl.) anscheinend parallel den Ammoniakgehalten.

Nach den analytischen Zahlen, welche in den Tabellen A. und B. übersichtlich geordnet sind, nimmt die Verunreinigung des Spreewasser bei dem Laufe durch die Stadt in folgender Reihe zu:

1. Spree, an der Zwillingsbrücke,
2. Luisenstädtischer Canal
  - a. an der Oranienbrücke,
  - b. am Wasserthor,
3. Landwehr canal, an der Moritzhofer Brücke,
4. Zwirngraben, an der Herculesbrücke,
5. Grüner Graben, an der Singacademie.

In einigen Beziehungen stellt sich das Wasser des Zwirngrabens vor dasjenige des Landwehr canals an der Moritzhofer Brücke. Mit letzteren theilt die Zusammensetzung das wieder vereinigte Wasser der Spree bei Charlottenburg.

Von hier abwärts bis Spandau ist eine deutliche Veränderung der Zusammensetzung nicht zu behaupten, statt einer wesentlichen Verbesserung, welche man in dem ziemlich unvermischt rund 10 Kilometer weit geflossenen Spreewasser als Folge der „Selbstreinigung“ erwarten möchte, wäre viel eher eine Zunahme des Schlammes hervorzuheben, wenn nicht die Schlammmenge von Zufälligkeiten abhinge, die mit der ursprünglichen Verunreinigung nichts zu thun haben (siehe weiter unten den Abschnitt über die „Selbstreinigung“).

Vielleicht würde eine Wiederholung der Prüfung andere Resultate geben, da die Beschaffung genauer und correspondirender Mittelproben einige Schwierigkeiten bietet, aber kaum irgend eine erhebliche Wirkung der Selbstreinigung darzuthun vermögen. Für die mitgetheilten Analysen sind die Wasserproben so genommen worden, dass während 2 Stunden zeitweilig etwas Wasser in lebhaft strömender Stelle des Flusses bei Charlottenburg wie in Spandau geschöpft wurde, mit einem Zeitunterschied zwischen beiden Orten, wie er der grössten Stromgeschwindigkeit des Spreeflusses entsprach.

Dieselbe wurde so bestimmt, dass bei Beginn der Probenahme in Charlottenburg ein Mann zu Kahn einem Ruder folgte, welches er in der Mitte der Wasserfläche treiben liess.

Das Wasser des Landwehrcanals, Nr. III. auf Tabelle B. vom 31. August 1871, wurde wegen genauerer Bestimmung der organischen Substanz noch besonders analysirt und dabei folgende Resultate erhalten:

Wasser des Landwehrcanals vom 31. August 1871:

Bestandtheile.	Milliontel.	Grade.
Kieselsäure	64	?
Eisenoxyd u. s. w . . . . .		
Kalk		
Magnesia . . . . .	12	3
Alkalien . . . . .	33	?
Chlor . . . . .	21,3	3,0
Schwefelsäure . . . . .	13,1	1,7
Organische Substanz . . . . .	30	—
Ammoniak . . . . .	3,7	—
Salpetersäure . . . . .	Spur	—

Durch Verdampfen des Wassers mit titrierter Sodalösung ergab sich eine Acidität von 2,2 Grad; da Chlor und Schwefelsäure nahezu vollständig durch die Alkalien (mit weit überwiegender Natronmenge) gesättigt werden, so ist die Acidität durch organische Säuren bedingt.

Die Menge der organischen Substanz ist keine auffällig grosse und erreicht nicht den Gehalt mancher Brunnenwässer; sie übertrifft aber diejenige des reinen Spreewassers in einem Verhältniss, wie es sich nach dem Gehalt an Chlor und Ammoniak für die einige Procent betragende Menge der aufgenommenen Spüljauche ableiten lässt.

Das Wasser des Landwehrcanals ist abermals am 9. September und 22. November 1872 untersucht worden.

Die Proben wurden nicht wie vordem an der Moritzhofbrücke

genommen, wo die frühere Abzweigung jetzt verdämmt worden ist, sondern bei der weiter abwärts gelegenen Freiarche; das Wasser opalescirte stark in Grau zufolge feinen Schlammes und zahlreicher lebter Wesen und verbreitete am 9. September einen sehr unangenehmen Rinnsteingeruch, am 22. November aber nur einen schwachen.

Bestandtheile.		9. September.	22. November.
Härte	natürliche . . . . .	12,9 Grad.	14,4 Grad.
	zeitliche . . . . .	4,9 „	6,0 „
	bleibende . . . . .	8,0 „	8,4 „
Chlor . . . . .		4,8 „	5,3 „
		34,4 Milliontel.	37,4 Milliontel.
Schwefelsäure . . . . .		1,5 Grad.	3,2 Grad.
		12,0 Milliontel.	25,8 Milliontel.
Ammoniak . . . . .		5,0 „	4,7 „

Salpetersäure wurde nach der gewöhnlichen Weise mit Brucinschwefelsäure nicht gefunden, dagegen ein starker Gehalt an flüchtigen Fettsäuren beobachtet.

Im Vergleich mit den früheren Analysen zeigt sich in diesem Jahre eine bedeutende Zunahme der Verunreinigung; aber jedenfalls liegt der Grund weniger in einem so bedeutend vermehrten Zufluss von Rinnsteinwasser als vielmehr in dem ungünstigeren Verhältniss des Rinnsteinwassers zum Flusswasser, welches seit vielen Jahren keinen so niedrigen Stand gehabt hat als im Sommer 1872.

### III. Die Berliner Spüljauche und ihre „Selbstreinigung“.

Für die verschiedensten wirthschaftlichen Zwecke entnimmt man Wasser aus Brunnen und öffentlichen Wasserläufen; nachdem es seinen Dienst gethan, entlässt man es beladen mit allerlei häuslichen und gewerblichen Abfällen, soweit solche in rinnenden Zustand gebracht oder kurz: „weggespült“ werden können. Je nach der Witterung gesellt sich dazu mehr oder weniger meteorisches

Wasser. Diese schmutzige „Spüljauche“ aus dem Bereiche der menschlichen Wohnungen zu bringen, war in Berlin bis vor Kurzem die ausschliessliche Aufgabe der offenen Strassenrinnsteine und ist ihr Inhalt als „Rinnsteinwasser“ berüchtigt geworden.

Die städtische Spüljauche macht sich überall unangenehm bemerkbar, aber kaum an irgend einem mit Wasserleitung versehenen grösseren Orte in dem Grade als hier. Es liegt das nicht allein daran, dass sie meist in offenen Rinnen abfliesst, auch nicht daran, dass sie wegen dichter Bevölkerung so massenhaft auftritt und wegen schlechten Gefälles sich langsam bewegt, sondern ist vorzüglich dadurch bedingt, dass ihr die Abwässer überaus zahlreicher Wasserclosette sich beimischen und zwar nicht, wie anderwärts bei Wasserclosetten üblich, unmittelbar nach der Entstehung, sondern in lebhafter Fäulniss begriffen.

Bei dem bestehenden Verbot, die Wasserclosette direct mit den Strassenleitungen für Schmutzwasser zu verbinden, ist man gezwungen, das Closett in die auf dem Hofe befindliche Abtrittgrube münden zu lassen. Hier sollten sich die Fäces und andere feste Stoffe für gelegentliche „Abfuhr“ absetzen und nur dem harnhaltigen Wasser sollte der Abfluss auf die Strasse gestattet sein. Diese Voraussetzung war leider eine falsche. In Wirklichkeit findet auf dem Wege durch die Abtrittgruben nicht nur keine Reinigung des Closettwassers statt, sondern letzteres wird vielmehr noch weiter mit Unrath beladen und dazu im Stadium lebhaftester Zersetzung.

Es ist hiernach in Berlin bau- und strassenpolizeilich ein Gebahren mit den menschlichen Excrementen hervorgerufen worden, das im schroffsten Widerspruch zu den Geboten einer naturgemässen Reinhaltung der Wohnungen steht, wonach alle fäulnissfähigen Abfälle und darunter in erster Linie Schlächtereiabgänge und Fäces sogleich entweder desinficirt oder aus dem Bereich der Wohnungen entfernt werden sollen.

Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung ist die Berliner Spüljauche seit 3 Jahren durch die von Magistratswegen ausgeführten Versuche mit Desinfection, sowohl nach den Methoden von Süvern und von Lenk als durch Berieslung.

In den betreffenden Specialberichten\*) sind zahlreiche Analysen

---

\*) Vergleiche Heft II. ff.

der Spüljauche aus der Königgrätzerstrasse mitgetheilt. Je nach der Witterung und Regenmenge wechselt wohl die Zusammensetzung, aber trotz der so äusserst verschiedenen Stoffe, welche hinweggespült werden, nicht mehr, als dass die Spüljauche für ein sehr charakteristisches, obgleich unabsichtliches Product der menschlichen Thätigkeit gelten muss, für ein Product, welches in seiner generellen Zusammensetzung sogar durch Vorhandensein oder Fehlen einer Wasserleitung wenig beeinflusst wird; die Wirkung einer reichlichen Wasserversorgung zeigt sich hauptsächlich nur in der Menge\*). Das lehren die gründlichen Beobachtungen in England und der Vergleich der englischen Analysen mit denjenigen von der Spüljauche der Königgrätzer Strasse; es darf darum letztgenannte Spüljauche ohne Bedenken als Repräsentant der Berliner Spüljauche im Allgemeinen angenommen werden.

Die Ursache, warum die Spüljauche so typische Eigenschaften hat, ist theils durch die mechanische Begränzung der Stoffe gegeben, welche weggespült werden können, theils in den chemischen Veränderungen, denen die abgespülten häuslichen und gewerblichen Abfälle anheimfallen.

Die Stoffe, welche durch das Wasser der Spüljauche abgeführt werden, folgen diesem entweder im schwimmenden oder im aufgelösten Zustand.

Die schwimmend bewegten fasst man als „Schlamm“ zusammen. Es sind fein vertheilte Stoffe, welche entweder an sich specifisch leichter sind als Wasser, oder durch eingeschlossene Luft oder äusserlich anhängende Luftbläschen schwimmfähig werden. Unter den specifisch leichteren Stoffen kommen nur die fettartigen in Betracht; sie spielen jedoch eine sehr untergeordnete Rolle.

Die Menge des bewegten Schlammes hängt ferner von der Strömungsgeschwindigkeit ab, welche die Gravitation specifisch schwerer Körper nicht zur Geltung kommen lässt. Ganz ebenso wirkt die Lebenskraft der mit Fortbewegungsorganen begabten kleinen Wesen, welche in die Spüljauche gelangen und in ihr sich entwickeln. Die schwimmenden, wie die aufgelösten Stoffe nun, welche in der Spüljauche zusammentreffen, sind zum grossen Theil orga-

---

\*) Bei Gegenüberstellung „canalisirter“ und „nicht canalisirter“ Städte übersieht man häufig den Unterschied zwischen Zusammensetzung und Menge d. i. zwischen Qualität und Quantität der Spüljauche.

nischer Natur, sind Stoffe, welche sehr zur Fäulniss geneigt und meist schon von derselben ergriffen sind, wie z. B. die thierischen Auswurfstoffe.

Den Abschluss der Fäulniss und der verwandten sogenannten Selbstentmischungsprocesse bildet die vollständige „Mineralisirung“ der organischen Substanz d. h. ihre Auflösung in unorganische Verbindungen, welche geeignet sind, chlorophyllhaltigen Pflanzen als Nahrung zu dienen, und durch deren Lebensthätigkeit im aufsteigenden Kreislauf der Materie auf's Neue mit Kraft gepaart werden.

Der absteigende Kreislauf, die „Mineralisirung“ der organischen Substanz erfolgt durch thierische Lebensthätigkeit und durch Verbrennung unter Kraft- und Wärmeentwicklung. Beiderlei dynamische Processe begleiten die Mineralisirung der organischen Abfälle.

Die Selbsterhitzung des Pferdedüngers ist bekannt; in der Spüljauche erschwert der tausendfach erhöhte Wassergehalt die unmittelbare Wahrnehmung einer stattfindenden Wärmeentwicklung, man beobachtet höchstens, dass Spüljauche langsamer gefriert als gewöhnliches Teichwasser. Dagegen öffnet das Mikroskop den Einblick in eine dichte Ansiedlung lebender Wesen, welche von der noch kraftgepaarten organischen Substanz zehren. Die faulige Spüljauche der Königgrätzer Strasse ist dicht angefüllt mit lebhaft bewegten Spirillen; nach einigen Tagen werden sie durch Vibrionen ersetzt; später überzieht sich die Oberfläche der in Flaschen verwahrten Spüljauche mit einer dichten Schimmelvegetation. Mannichfache andere kleine Organismen erfüllen nebenher ihre Lebensaufgabe. Allmählich mit zunehmender Klärung des Wassers treten die wieder aufbauenden chlorophyllführenden Pflanzen zunächst Protooccus an Stelle der mineralisirenden Organismen. In der freien Natur betheiligen sich auch grössere Thierarten an dem Auflösungsprocess z. B. Fliegen- und Mücken-Larven, ferner Würmer, Mollusken, Fische und so weiter. In bunter Abwechslung bewegt sich das Leben auf und nieder, bis die Nahrungsquelle versiecht.

Unzählig wie die chemischen Verbindungen in der Spüljauche beim Entstehen sind, ebenso unzählig sind die Zwischenproducte des Auflösungsprocesses, dagegen sehr einfach die Endproducte nach Zahl und Atomgruppierung.

Innerhalb gewisser Gränzen wirkt die Fäulniss verflüssigend, in der Spüljauche aber befördert sie wesentlich die Ausfällung.

Eine solche wird zwar schon durch das Zusammentreffen der verschiedenartigen Abfallstoffe in der Spüljauche bewirkt, z. B. die Abscheidung unlöslicher Kalkseife bei Mischung von Seifenwasser mit hartem Brunnenwasser, viel umfassender aber durch die der Fäulniss eigenthümlichen zwei Processe, dem der Reduction und der Ammoniakbildung. Der Reduction fallen anheim die Salpetersäure, die Schwefelsäure und das Eisenoxyd. Die beiden letzteren vereinigen sich nach völliger Sauerstoffentziehung zu Schwefeleisen, das im amorphen Zustand die dunkelgrüne, fast schwarze Farbe des Rinnsteinschlammes bedingt. Theilweise entweicht der Schwefel in die Atmosphäre als Schwefelwasserstoff, das Eisen wird theilweise nur zu Oxydul reducirt, dem unermüdlichen Vermittler beim Uebergang des atmosphärischen Sauerstoffes auf organische Substanz.

Die Salpetersäure geht durch Reduction über in Ammoniak, welches mit dem aus fäulenden Eiweisskörpern entstehenden Ammoniak um so energischer aus der Spüljauche in die Luft sich verflüchtigt, je reichlicher es entsteht.

Durch Reduction der Schwefelsäure und Salpetersäure wird den im städtischen Brunnenwasser vorkommenden bezüglichen Kalksalzen die lösende Säure entzogen und der Kalk fällt als Carbonat aus. Das entstehende Ammoniak bringt einen andern Theil Kalkcarbonat in den Niederschlag, indem es die Bicarbonate des Brunnenwassers zersetzt und vermittelt zugleich die Abscheidung der Magnesia und Phosphorsäure.

Dies sind die Ursachen, warum der abfiltrirbare Theil der fauligen Spüljauche frei von Salpetersäure und arm an Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kalk und Magnesia, bezüglich Eisen ist, so massenhaft diese Stoffe auch in den zur Spüljauche sich vereinigenden Abfallstoffen nachweisbar sein mögen.

Ausser durch chemische Präecipitation nimmt die Schlammmenge anfänglich zu in Folge der Abscheidungen und Leichname der einander ablösenden mineralisirenden Organismen.

Wie weit der Schlamm die abfließende Spüljauche begleitet, wie lange er in der stillstehenden suspendirt bleibt, hängt von äusseren Umständen ab; schnelle Strömung hindert die Sedimentation, niedrige Temperatur befördert sie, indem sie die Lebensthätigkeit der frei sich bewegenden Organismen herabstimmt, wie auch die Entwicklung der Gährungsgase, welche die kleinen Schlammtheilchen in die Höhe ziehen, abschwächt oder aufhebt. Dazu

kommt die Beschaffenheit des Strombettes, ob glattwandig oder rauh oder besetzt mit faserreichen Pflanzengebilden, welche den Schlamm abseihen.

Die chemischen Veränderungen der Spüljauche sind mit der Klärung noch nicht abgeschlossen. Flüchtige Zersetzungsproducte werden fortwährend ausgehaucht, oxydirender Sauerstoff für die gelösten und schlammig abgesetzten organischen Substanzen aufgenommen.

Nach und nach, schneller bei hoher Temperatur und reichlichem Sauerstoffzutritt, langsamer in der Kälte und bei Luftmangel, erscheint uns die anfänglich schmutzige und stinkende Spüljauche als krystallklares, farb- und geruchloses weiches Wasser mit geringem wiedergebildeten Gehalt an Salpeter über einem fast vollständig mineralisirten Bodensatz.

In dem Maasse, als während dieses Reinigungsprocesses, der sogenannten „Selbstreinigung“ der Spüljauche, Pflanzenleben einzutreten Gelegenheit hat, nähert sich die „Selbstreinigung“ der Reinigung durch Rieselung, und diese wirkt um so schneller und vollständiger, je mehr die Bodenthätigkeit daran theilnimmt und in je besserem Gleichgewicht die Aufnahmefähigkeit des Bodens und Pflanzenlebens mit der Zufuhr der zuverarbeitenden Spüljauche gehalten wird.

Die bei Berieselung auftretenden Erscheinungen, soweit sie für Berliner Verhältnisse von Bedeutung sind, aufzuhellen und zu erklären, ist Aufgabe des angestellten besonderen Berieselungsversuchs und der ihn begleitenden Analysen.

Auf den Process der Selbstreinigung, wie sie ohne Boden- und Culturpflanzen verläuft, erlaube ich mir hier noch etwas weiter einzugehen.

Wenn man von „Selbstreinigung“ spricht, denkt man sich als ihr Ziel nicht sowohl ein Wasser, dessen Gesamtgehalt an suspendirten und gelösten Bestandtheilen geringer ist als derjenige des gegebenen Schmutzwassers, sondern vielmehr ein solches, das als Grundwasser brauchbar ist. Nun handelt es sich bei Werthschätzung eines Grundwassers nur in sehr seltenen Fällen um den Gehalt an eigentlichen d. i. chemischen Giftstoffen, sondern um die Gegenwart oder Abwesenheit von gefährlichen Organismen (Fermenten, Contagien, Miasmen u. s. w.) und wäre deshalb die Mikroskopie und Physiologie um ihr Urtheil anzugehen. Weil aber diese Wissen-

schaften der genannten Aufgabe noch nicht gewachsen sind, sucht man Hülfe bei der Chemie, doch darf man von der Chemie nicht mehr erwarten, als den Nachweis der Wahrscheinlichkeit oder Unwahrscheinlichkeit von der Gegenwart der gefürchteten Fermente, und zwar nach den beiden Sätzen:

„Wo in unserer Umgebung fermentfähige Stoffe sich selbst überlassen werden, siedeln sich in der Regel alsbald Fermente an“ und

„Wo Fäulnisproducte angetroffen werden, hat in der Regel Fäulnis stattgefunden oder findet noch statt.“ In beiden Fällen können Fermente vorhanden sein, müssen aber nicht.

Bei den Untersuchungen über Selbstreinigung hat man meines Wissens bisher dem Vorhandensein und Verschwinden der verschiedenartigen Organismen wenig Aufmerksamkeit geschenkt, obwohl die Möglichkeit vorliegt, dass die physiologische „Selbstreinigung“ eines Schmutzwassers unter günstigen Umständen um Vieles gründlicher und schneller verläuft als die chemische. Es ist bekannt, welcher erbitterter Kampf um das Dasein im Schmutzwasser zwischen den vorhandenen Organismen geführt wird, selbst dem Laien bietet sich durch die öffentlichen Experimente mit den Sonnen- und ähnlichen Mikroskopen oft Gelegenheit, es zu beobachten, wie unaufhörlich ein Organismus den andern verschlingt. — Sollte es bei diesem Kampfe nicht möglich sein, dass die kleinen gesundheitsgefährlichen Organismen und deren Keime binnen weniger Stunden und demnach in einem langsamen gleitenden Flusse während eines kurzen Laufes von wenigen Meilen bis auf Spuren durch grössere Organismen aufgezehrt werden, welche auf den gewöhnlichen Filterbetten der Wasserversorgungsanstalten abgeseiht werden?

So weit ich die Lage der Dinge übersehen kann, glaube ich, dass dieser physiologische Reinigungsprocess unter geeigneten Bedingungen und hauptsächlich während des Sommers weit schneller verläuft als z. B. Exhalation oder Oxydation des Ammoniaks, des bekannten Fäulnisproductes.

Die physiologische Seite der Selbstreinigung habe ich nur ganz oberflächlich streifen können, und selbst nach der chemischen Seite hin haben meine Forschungen wegen anderweiter Aufgaben sehr lückenhaft bleiben müssen.

Meine mitzutheilenden Beobachtungen waren vorzugsweise den chemisch verfolgbaren Veränderungen einiger in der Spüljauche vor-

kommenden Stickstoffverbindungen gewidmet, weil diese bei Gährungserscheinungen besonders bedeutungsvoll sind.

1) Spüljauche von der Königgrätzer Strasse:

a) vom 2. November 1869,

b) „ 6. „ 1869.

Gelegentlich des Versuchs mit der Lenk'schen Desinfection (siehe diese Berichte Heft III), blieben einige Proben theils roher, theils desinficirter Spüljauche in verstöpselten Glasflaschen verwahrt stehen und wurden nach längerer Zeit zum zweiten Male untersucht. Die rohe Jauche faulte noch lange nach; desinficirte aber und besonders diejenige vom 6. November verhielt sich wie ziemlich reines Wasser.

Die Ergebnisse der zweimaligen Untersuchung waren:

a) Spüljauche vom 2. November 1869:

roh:

frisch	alt	Stickstoff
112,0 Mlntl.	111,1 Mlntl.	in Ammoniak,
7,3 „	3,6 „	in organischer Verbindung,
<hr/>		Summa,
119,3 Mlntl.	114,7 Mlntl.	

desinficirt:

frisch	alt	Stickstoff
78,4 Mlntl.	74,6 Mlntl.	in Ammoniak,
6,7 „	1,3 „	in organischer Verbindung,
<hr/>		Summa,
85,1 Mlntl.	75,9 Mlntl.	

b) Spüljauche vom 6. November 1869:

desinficirt:

frisch	alt	Stickstoff
16,1 Mlntl.	5,6 Mlntl.	in Ammoniak,
1,5 „	0,0 „	in organischer Verbindung,
<hr/>		Summa,
17,6 Mlntl.	5,6 Mlntl.	

Ueber den Gesamtgehalt an organischer Substanz sind keine ausführlichen Erhebungen gemacht worden; doch darf gesagt werden, dass die Desinfection wie die Verwahrung vermindernd gewirkt hat. Besonders augenscheinlich war dies bei der desinficirten Jauche vom 6. November der Fall, indem sie einen Verdampfungsrückstand lieferte, welcher fast frei von organischer Substanz war und aus weissen Krystallbüscheln von Gyps, umgeben von

weisser Salzkruste bestand. Die rohe Spüljauche vom 2. November gab dagegen auch nach der Verwahrung noch einen extractartigen braungefärbten übelriechenden Verdampfungsrückstand.

Die Menge der stickstoffhaltigen organischen Substanz ist wenigstens relativ durch die ermittelten Stickstoffgehalte verzeichnet, wir finden eine starke Abnahme während der Verwahrung, man könnte sagen eine um so stärkere, je weniger anfänglich vorhanden war. In der desinficirten Jauche vom 6. November war sie soweit gegangen, dass der mit Natronkalk verbrannte Verdampfungsrückstand keine alkalimetrisch\*) nachweisbare Ammoniakmenge mehr gab.

Dem ähnlich zeigt sich auch die mit der Verwahrung verbundene Abnahme des fertig gebildeten Ammoniaks stärker in den anfänglich ammoniakärmeren Proben. Die Ammoniakabnahme könnte eine Folge von Aushauchung sein, da die nicht besonders gedichteten Glasstöpsel eine solche nicht ganz verhüten, allein dann müssten die Verluste nahezu proportional dem ursprünglichen Gehalt sein und nicht entgegengesetzt. Viel wahrscheinlicher ist die Abnahme von beiderlei Stickstoff, in Ammoniak wie organischer Verbindung, auf eine Oxydation zurückzuführen und in der That war nach der Verwahrung Salpeter leicht nachweisbar, während die frischgeschöpfte Spüljauche der Königrätzer Strasse, wie wir aus der späteren Untersuchung erfahren haben, trotz beigemischtem salpeterhaltigen Brunnenwassers wegen der energisch reducirenden Fäulniss salpeterfrei ist.

Die Salpeterbildung in der verwahrten Spüljauche scheint aber erst dann platzzugreifen, nachdem bereits die ursprüngliche organische Substanz in der Mineralisirung weit fortgeschritten ist.

2) Wasser aus dem Luisenstädtischen Canal, vom 29.  
März 1870.

Nach oben mitgetheilte Analyse enthielt das Wasser ursprünglich 45,4 Milliontel Ammoniak.

Nach 18wöchiger Verwahrung in verstöpselter Flasche enthielt es am 6. August nur noch  $\frac{1}{3}$  Milltl. Ammoniak.

---

\*) Die Benutzung der weit empfindlicheren Nessler'schen Reaction war damals noch nicht hinlänglich für Quantitätbestimmung vorbereitet.

3) Spüljauche vom Barackenlazareth auf dem Tempelhofer Felde.

Die reichlich mit Carbolsäure beladene Jauche, welche am 27. und 28. December 1870 geschöpft war, enthielt am 18. Januar 1871 61 Mlltl. Ammoniak \*).

Ein Jahr später, am 20. Januar 1872 wurden 58 Mlltl. Ammoniak gefunden.

Die Probe war in verstöpselter Flasche aufbewahrt; es war an ihr weder Fäulniss noch Salpeterbildung, nicht einmal vollständige Klärung zu beobachten; sie war vollständig conservirt und sogar in Bezug auf den Ammoniakgehalt!

4) Spüljauche Nr. I. von der Rieselwiese, am 7. Januar 1871.

Von den Spüljauchenproben, welche gelegentlich des Beriesungsversuchs 1870—1871 genommen und untersucht worden sind\*\*), wurden einige benutzt um daran die während längerer Verwahrung stattfindenden Veränderungen zu studiren.

Am 7. Januar betrug

die natürliche Härte	26,3 Grad,
der Gehalt an Ammoniak	94 Mlltl.
„ „ „ Salpetersäure	0 „
„ „ „ Chlor	102 „

Eine am 11. Januar nach 4tägiger Sedimentation verdampfte Probe ergab an

organisch gebundenem Stickstoff 13,5 Mlltl.

Eine am 15. Januar verdampfte Probe ergab an

organisch gebundenem Stickstoff nur noch 11,5 Mlltl.,  
wovon 2,0 Mlltl. in Colloidalsubstanz\*\*\*)  
und 9,5 „ in Krystalloidsubstanz.

\*) Vergleiche diese Berichte Heft VI. S. 265 und die Anmerkung zu S. 302.

\*\*) Vergleiche diese Berichte Heft VII. S. 325 ff.

\*\*\*) Die durch Verdampfen auf dem Wasserbad stark concentrirte Jauche wurde auf Pergamentpapier 2 Tage d. i. doppelt so lange Zeit gegen eine bestimmte Wassermenge dialysirt, als erfahrungsmässig die völlige Ausgleichung des Chlorgehaltes inwendig und auswendig erforderte; die beiderlei Flüssigkeiten wog man dann, verdampfte mit etwas Magnesia, verbrannte den Rückstand mit Natronkalk und berechnete den Stickstoffgehalt der Colloidalsubstanz nach demjenigen der ausgetretenen Krystalloidsubstanz und des Gemisches beider innerhalb des Dialysators.

Am 6. Februar war die Abnahme bis auf

2,8 Mlntl. organisch gebundenen Stickstoff,

wovon 1,4 Mlntl. in Colloidalsubstanz

und 1,4 „ „ Krystalloidsubstanz,

vorgeschritten.

Eine besondere Probe wurde vom 23. Januar an in einem mit Papier überbundenen Glasgefäß verwahrt. Die Verdunstung betrug am 4. April, also nach 10 Wochen, 7,0 Procent, welche durch destillirtes Wasser ersetzt wurden. Die Jauche hatte sich über einen filzigen schwarzen Bodensatz vollständig geklärt, war fast geruchlos und besass eine schwache gelbliche Färbung.

Die leicht filtrirbare Lösung hatte

eine natürliche Härte von 17,0 Grad,

und enthielt Ammoniak 6,9 Mlntl.

Salpetersäure 30,0 „ \*)

entsprechend Stickstoff 7,8 „

Chlor 98 „

Eine mit Zuckerzusatz ausgeführte Will-Varrentrapp'sche Analyse lieferte 17 Mlntl. Stickstoff. Vergleiche Seite 610.

Der Schlamm, welcher seit dem 23. Januar sich gebildet hatte, betrug wasserfrei

90 Mlntl. der ursprünglichen Jauche

mit 6,9 „ organisch gebundenem Stickstoff\*\*)

das ist 7,7 Procent vom Schlamm.

5) Spüljauche Nr. II. von der Rieselwiese am 7. Januar 1871.

Die bis den 12. Januar sedimentirte Spüljauche enthielt

11,3 Mlntl. organisch gebundenen Stickstoff,

nach 25 tägiger Verwahrung am 6. Februar, nur noch

3,7 Mlntl. organisch gebundenen Stickstoff.

6) Spüljauche Nr. III. von der Rieselwiese am 7. Januar 1871 enthielt, bis zum 12. Januar sedimentirt, dann pumpfiltrirt

28 Mlntl. organisch gebundenen Stickstoff,

4 Wochen später nur noch

3,7 Mlntl. organisch gebundenen Stickstoff.

\*) Nach gütiger Bestimmung des Herrn Professor F. Schulze.

\*\*\*) Das Filter, auf welchem der Schlamm gesammelt und gewogen worden war, wurde für die Stickstoffbestimmung durch Erwärmen mit einer erfahrungsmässigen Menge Schwefelsäure pulverisirbar gemacht.

Die Menge des während 4 Wochen gebildeten Bodensatzes betrug wasserfrei 117 Milliontel der Jauche,  
wovon 104 Mlltl. verbrennliche Substanz  
und 13 „ bräunliche Asche.

Letztere enthielt keinen (in Säure unlöslichen) Sand, sondern bestand hauptsächlich aus phosphorsaurem Eisenoxyd, schwefelsaurem und kohlensaurem Kalk.

7. Spüljauche Nr. I. von der Rieselwiese, am 11. Februar 1871.

Die 2 Tage sedimentirte, noch schwach milchige Jauche enthielt 16,6 Mlltl. organisch gebundenen Stickstoff  
und 116,5 „ Ammoniak.

In den nächsten 4 Tagen, bis zum 17. Februar, nahm die Trübung bedeutend zu und zeigte sich die Jauche wie angefüllt von lebhaft sich schlängelnden Spirillen. Eine abgezapfte Probe setzte, in verstöpelter Flasche verwahrt, allmählich einen grünschwarzen Schlamm ab, die Klärung schritt aber sehr langsam vor und war am 7. März, nach 3 Wochen, noch nicht vollständig, obwohl keine Spirillen mehr und überhaupt kein lebendes Wesen in der Flüssigkeit sichtbar war. Auf der Oberfläche schwamm ein dünnes Schimmelhäutchen.

Auch nach ferneren 4 Wochen, am 5. April, war die Flüssigkeit noch nicht ganz klar; sie war grünlichgelb gefärbt und enthielt viel . Die Analyse ergab

7,1 Mlltl. organisch gebundenen Stickstoff und  
98 „ Ammoniak.

Der chlorophyllhaltige Bodensatz wog wasserfrei

37,3 Mlltl. der Jauche mit

2,9 Mlltl. organisch gebundenem Stickstoff oder  
7,0 Procent vom Bodensatz.

Der Procentgehalt ist fast derselbe wie für den Schlamm auf Seite 608.

Die rückständige ziemlich klare Lösung in eine Glasbüchse abgezogen und unter Papierdecke verwahrt, trübte sich auf's Neue durch zahllose Vibrionen (Schwärmosporen?), begann aber bald wieder sich über schmutzig grünem Bodensatz zu klären. Am 1. Juni betrug die Verdunstung 14 Procent.

Die Lösung war wenig gefärbt, fast klar und geruchlos und enthielt mit Berechnung auf ursprüngliches Volum

30,7 Mlltl. Salpetersäure\*) entsprechend

8,0 „ Stickstoff.

Eine mit Zuckerzusatz ausgeführte Will-Varrentrapp'sche Verbrennung ergab 19,6 Mlltl. Stickstoff. Wie oben S. 608 ist auch dieses Resultat auffällig hoch, umsomehr, als nach meinen darauf zielenden Untersuchungen bei derartiger Analyse die vorhandene Salpetersäure nicht vollständig in Ammoniak verwandelt wird. Sollte die Genauigkeit der auf Stickoxydbildung basirten Salpeterbestimmung durch gewisse organische Substanzen beeinträchtigt werden?

Der fest anliegende, Protococcus enthaltende Schlamm wog wasserfrei 44 Milliontel der Jauche,

wovon 39,7 Mlltl. verbrennliche Substanz

und 4,3 „ Asche.

Letztere bestand wie die auf Seite 609 besprochene hauptsächlich aus Phosphorsäure, Eisenoxyd und Kalk und nähert sich derselben auch quantitativ, auf gleiche Schlammmenge bezogene.

8) Spüljauche Nr. II. von der Rieselwiese, am 11. Februar 1871.

Die sedimentirte Jauche enthielt am 13. Februar

15,4 Mlltl. organisch gebundenen Stickstoff und

116,4 „ Chlor.

Nach Dialysirung einer 4 Tage später verdampften Probe wurde gefunden:

7,1 Mlltl. Stickstoff in Colloidalsubstanz

und 4,6 „ „ „ Krystalloidsubstanz,

Sa. 11,7 „ organisch gebundener Stickstoff, demnach

3,7 „ weniger,

als 15,4 „ am 13. Februar.

Eine Controlbestimmung ergab im Dialysat mit Berechnung auf ursprüngliche Jauche 117 Mlltl. Chlor; die Dauer der Dialysirung hatte also hingereicht, um eine Ausgleichung des Chlorgehaltes innerhalb und ausserhalb des Dialysators herbeizuführen.

9) Spüljauche Nr. III. von der Rieselwiese, am 11. Februar 1871.

Nach 3tägiger Sedimentation enthielt sie

12,2 Mlltl. organisch gebundenen Stickstoff.

---

\*) Nach der gütigen Bestimmung des Herrn Professor F. Schulze.

Obwohl noch stark opalescirend setzt sie während fernerer 3 Tage, bis zum 17. Februar, keinen Schlamm ab, gab aber bei der Analyse nur 11,0 Ml. organisch gebundenen Stickstoff.

10) Spüljauche von der Rieselwiese, am 9. Februar 1872.

Die aus 3 grossen Einstaubassins entnommene Mittelprobe enthielt in sedimentirtem Zustande

11,0 Ml. organisch gebundenen Stickstoff und

95,0 „ Stickstoff in 115 Ml. Ammoniak;

20 Tage später betrug der organisch gebundene Stickstoff nur

7,8 Ml. und nahm in ferneren 21 Tagen auf

6,2 „ ab.

Salpetersäure fand sich am 9. Februar nicht; die Jauche war also von normaler Beschaffenheit.

Ein Theil derselben wurde am 9. Februar mit  $\frac{1}{2}$  Procent gesättigter Schwefligsäure-Lösung versetzt und in einer mit Glasplatte lose bedeckten Glasbüchse sich selbst überlassen.

Die zahlreichen Spirillen und andern Organismen wurden alsbald unbeweglich, der Jauchengeruch verschwand allmählich, die Klärung schritt langsam vorwärts, auf der Oberfläche erfolgte eine nicht unbedeutende Schimmelansiedlung.

Am 26. April, nach 11 Wochen, war die Flüssigkeit klar, reagirte schwach sauer, enthielt keine Salpetersäure.

Am 25. Mai verhielt sich die Flüssigkeit noch genau so; desgleichen am 4. Juli. Die schweflige Säure hatte die Schimmelbildung nicht verhindert, wohl aber mit Unterbrechung der Fäulniss die Salpeterbildung, wie es früher (S. 607) die Carbonsäure gethan hatte.

11) Grundwasser von der Rieselwiese am 1. Mai 1872.

Nach den massenhaften Einstauungen, welche während des letzten Winters in mehren Bassins, auf der Rieselwiese stattgefunden hatten, nahm das benachbarte Grundwasser in Rohr V. stark fauligen Geruch an und enthielt am 1. Mai gegen 70 Milliontel Ammoniak.

Von einfach filtrirter Spüljauche unterscheidet sich derartiges Grundwasser hauptsächlich durch geringeren Gehalt an organischer Substanz und Phosphorsäure bei wesentlich gesteigertem Gehalt an Eisenoxydul, welches sich in Berührung mit atmosphärischem Sauer-

stoff lebhaft oxydirt und als Eisenoxyd abscheidet. Unterbricht man die Lüftung zeitig genug, so wird das gebildete Eisenoxyd wieder reducirt, offenbar durch die noch vorhandene organische Substanz. Jedwede Ansiedlung von Organismen scheint durch das Eisen wirksam verhindert zu werden.

Mit dem noch salpeterfreien Wasser wurden am 25. Mai zwei Glasbüchsen gefüllt und mit Papier überbunden, nahe bei einander sich selbst überlassen, die eine aber im Dunkeln, die andere im zerstreuten Tageslicht.

Am 4. Juli, also nach 6 Wochen, enthielt die dunkelverwahrte Probe noch keine nachweisbare Menge Salpetersäure, die hellverwahrte dagegen bereits einige Milliontel.

Am 30. September, nach ferneren 7 Wochen, zeigte die erste Probe ungefähr den Salpetergehalt der zweiten am 4. Juli. während diese bereits gegen 50 Milliontel Salpetersäure enthielt.

Das Licht hat entschieden die Nitrification befördert.

## 12) Brunnenwasser aus dem Kühlbrunnen der Berliner Wasserwerke, am 18. September 1871.

Das vom Boden geschöpfte, wahrscheinlich stagnirende Wasser (Nr. I. vergleiche die betreffenden Analysen im Capitel „das Berliner Normalwasser“) enthielt frisch 1,5 Mlthl. Ammoniak. Mittelst des Mikroskops gewährte man Bacterien- und Mycelium-ähnliche Gebilde ohne selbstbewegende Organismen. Der Geschmack war einige Zeit moderig, wurde aber allmählich rein. Abscheidung von Kalkcarbonat erfolgte sehr langsam. Dagegen verschwand das Ammoniak sehr schnell und statt dessen nahm die Salpeterreaction zu, die anfänglich kaum wahrnehmbar schwach gewesen war. Der ursprüngliche Gehalt an gelöster organischer Substanz betrug nur ungefähr 6 Milliontel.

## 13) Ammoniaklösung ohne Mineralbasen und organische Substanz.

Die schnelle Abnahme von Ammoniak in manchen Brunnenwässern ist bereits von Andern beobachtet worden, z. B. von Dr. H. Trommsdorff. Für reine Ammoniaklösungen sind die Angaben verschieden. Meine Versuche hierüber hatten zunächst 2 Lösungen zum Gegenstand, von denen die eine

- a) 100 Milligramm freies Ammoniak ( $H^3 N$ ) die andere  
b) 100 „ Ammoniak in neutralem Sulphat auf's  
Liter destillirtes Wasser erhalten hatte.

Beiderlei Lösungen wurden in Flaschen von farblosem Glas mit Fließpapier überbunden vom 12. Juli 1871 neben einander in einem südlich gerichteten Fenster dem vollen Tages- und Sonnenlicht ausgesetzt und zeitweilig, mit Ersatz der stattfindenden Wasserverdunstung, geprüft.

Die Flasche a, mit dem anfänglich kaustischen, jedenfalls aber allmählich gekohlensäuerten Ammoniak behielt ein ganz unverändertes Aussehen, in Flasche b mit dem Sulphat hatten sich schon nach  $1\frac{1}{2}$  Monaten einzelne, später zahlreicher werdende Protococcuszellen angesiedelt. Für die Prüfung mit Brucinschwefelsäure wurden einige Cubiccentimeter der Lösungen anfänglich mit geringer Menge Soda, später mit Kalkwasser bei gelinder Wärme verdampft.

Bereits nach 14 Tagen war eine Spur Salpetersäure in beiden Lösungen wahrzunehmen, anscheinend deutlicher beim Sulphat. Die Reaction schien im Laufe der Zeit abwechselnd zu und abzunehmen.

Nach 5 Monaten, am 13. December, gab die Lösung a eine deutliche Reaction, aber doch nur etwa 1 Milliontel Salpetersäure entsprechend, Lösung b reagirte nur etwa halb so stark, Die Nitrification war also eine ausserordentlich geringe geblieben.

Eine Ammoniakbestimmung ergab am 13. December für Lösung

- a) 53 Milliontel Ammoniak  
für b) 89 „ „

Der Ammoniakverlust aus dem Sulphat war also verschwindend klein und selbst derjenige aus der kaustischen, bezüglich kohlen-sauren Lösung überraschend geringfügig.

Für das Ammoncarbonat hatten die Versuche Professor Frankland's in England (siehe First report of . . . . preventing the pollution of rivers, vol. I London 1870) ähnliche Resultate gegeben, allerdings innerhalb kürzerer Zeit. Ich kann nach einigen Beobachtungen hinzufügen, dass aus einer Lösung mit 5 Ml. kaustischem Ammoniak, welche in enger Röhre einem vielfachen Volum hindurchgedrückten Wasserstoff ausgesetzt ist, keine nachweisbare Menge Ammoniak und selbst einer Lösung mit 50 Ml. nur wenige Milliontel entführt werden.

Um so auffälliger ist die auch von Frankland wahrgenommene bedeutende Ammoniakabnahme in faulender Spüljauche.

14) Ammoniaklösung mit Holzasche.

Am 18. März 1872 wurde eine Lösung von 68 Mltl. Ammoniak, halb in Carbonat, halb in Sulphat mit so wenig Birkenholzasche versetzt, dass eine durch empfindliches Lacomuspapier eben nur wahrnehmbare Alkalescenzen eintrat. Die Aufstellung der Lösung war wie früher.

Am 25. Mai betrug der Gehalt an Salpetersäure nur etwa  $\frac{1}{2}$  Milliontel, an Ammoniak 60 Milliontel.

15) Ammoniaklösung mit Holzasche und Rohrzucker.

An demselben Tage, am 18. März 1872, war eine gleichbeschaffene Lösung mit einer sehr geringen Menge Rohrzucker versetzt worden.

Am 3. April war die Flüssigkeit etwas milchig getrübt und verschimmelt. Salpetersäure eben nur nachweisbar.

Am 25. Mai fand sich kaum mehr Salpetersäure bei 59 Mltl. Ammoniak.

16) Wasser mit Linsenaufguss.

Gekochte Linsen wurden am 31. Mai 1872 mit destillirtem Wasser fein zerrieben und so verdünnt, dass sie lufttrocken nahe 2000 Mltl. ausmachten. Die wie in den vorhergehenden Versuchen verwahrte Flüssigkeit unterlag einer ziemlich starken Schimmelbildung und war am 4. Juli noch weisslich milchig. Salpetersäure hatte sich bis dahin kaum erst spurenweise gebildet; am 30. September war das Verhalten noch ziemlich das gleiche.

17) Wasser mit Linsenaufguss und Cigarrenasche.

Eine ganz wie im letztbeschriebenen Versuch dargestellte Flüssigkeit erhielt einen Zusatz von 1000 Milliontel Cigarrenasche. Im Laufe der Verwahrung unterschied sich diese Flüssigkeit von der aschenfreien nur durch gelbliche Färbung; dass die Salpeterbildung lebhafter gewesen sei, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden.

Nach allen bisher vorgelegten Beobachtungen scheint die Salpeterbildung auf so zu sagen nassem Wege kein einfacher Molecularprocess zu sein, sondern durch Organismen vermittelt zu werden, welche bisweilen im Brunnenwasser und stets in Spüljauche vorkommen, also vielleicht die thierische Verdauung begleiten. Wahrscheinlich ist auf gleiche oder ähnliche Ursache der auffallend schnelle Verlust an Ammoniak zurückzuführen, welcher in Spüljauche zu beobachten ist und wenigstens theilweise auf Entbindung von freiem Stickstoff beruhen muss, da die äquivalente Menge Stickstoff weder in Salpeter noch in organischer Substanz wiedergefunden wird.

Schneller als Ammoniak nimmt die in der Spüljauche gelöste stickstoffhaltige organische Substanz bei fortdauernder Fäulniss ab und besonders bemerkenswerth ist die rasche Umwandlung der colloidalen Substanz in Krystalloide, ähnlich wie in der Stomachialveränderung der Speisen.

Unter den ursprünglichen Bestandtheilen der normalen Spüljauche ist bekanntlich der Harnstoff dasjenige stickstoffhaltige Krystalloid, welches am schnellsten mineralisirt wird und von welchem der Ammoniakgehalt der frischesten Spüljauche fast ausschliesslich herrührt. Die Umsetzung des Harnstoffs erfolgt durch eine Art Gährung, welche, passende Temperatur vorausgesetzt, (die günstigste ist Blutwärme) in dem Maasse der vorhandenen Fermentmenge verläuft.

In reinem Wasser zersetzt sich der Harnstoff nur sehr langsam; es liegt daher der Gedanke nahe, den Harnstoff als Reagens auf vorhandenes Ferment zu benutzen. Einige von mir angestellte Versuche mit Wasser verschiedenen Ursprungs haben nun wirklich in dem Grad verschieden auf Harnstoff eingewirkt, als sie einer Verunreinigung durch faulende Stoffe verdächtig waren, und verdient diese Reaction weiter verfolgt zu werden.

---

# Nachträge.

## A. Zur Nitrification in Wasser.

Berlin, im November 1873.

Als Material zu späteren analytischen Bestimmungen wurden von den 1870 genommenen Spreewasserproben (cf. S. 592, Tabelle A), Nr. V ausgenommen, nach zweimonatiger Verwahrung je 500<sup>r</sup> Cc. auf 25 Gramm eingengt und letztere in verkorkten Fläschchen aufgehoben.

Auch von dem am 4. Februar ej. a. genommenen Wasser des Luisenstädtischen Canals (cf. S. 586) war für Reservematerial gesorgt worden, doch mit dem Unterschiede, dass dieses letztere Wasser binnen einer Woche nach Entnahme concentrirt und durch Sodazusatz von den Erdbasen befreit worden war. Die alkalische Lösung war klar und biergelb.

Nach Verlauf von nahezu 3, bezüglich 3 $\frac{1}{4}$  Jahren zeigten sich die 7 Proben in folgender Weise verändert.

Bemerkungen.	Luisenstädtischer Canal, den 4. Februar 1870.	Oberspree. Nr. I.	Luisenstädtischer Canal. Nr. II.	Landwehr- canal. Nr. III.	Zwirngraben. Nr. IV.	Unterspree bei	
						Charlottenburg. Nr. VI.	Spandau. Nr. VII.
Verdunstungsverlust	3 pCt.	20 pCt.	20 pCt.	3 pCt.	3,5 pCt.	11 pCt.	3 pCt.
Farbe . . . . .	biergelb	fast farblose Lösung.					
Geruch . . . . .	kaum	stark	stark	weniger stark	schwach	schwach	deutlich
		modrig.					
Schimmelhäutchen	nichts	sehr dünn	sehr dünn	dünn	dünn	dünn	nichts.

Unter Berücksichtigung der Verdunstung und mit Berechnung auf ursprüngliche Wassermenge ergab sich folgender Gehalt an:

Bemerkungen.	Luisenstädtischer Canal, den 4. Februar 1870.	Oberspree. Nr. I.	Luisenstädtischer Canal. Nr. II.	Landwehr- canal. Nr. III.	Zwirngraben. Nr. IV.	Unterspree bei	
						Charlot- tenburg. Nr. VI.	Spandau. Nr. VII.
Salpetersäure Mil- liontel . . .	< 1	0,2	4,3	11,7	18,2	6,4	4,2
entsprechend oxy- dirtem Stickstoff	< 1/4	1/20	1,1	3,0	4,6	1,6	1,1

Die Unterschiede in den Salpetergehalten sind eben so gross untereinander, als unregelmässig relativ zu denjenigen der ursprünglichen Wässer. Nach meinen jetzigen Erfahrungen hat man sich die Erscheinung durch den Process der sogenannten Selbstreinigung zu erklären.

Bei dreimonatiger Verwahrung hat auf Kosten des Ammoniaks und des (in Lösung wie Schlamm) organisch gebundenen Stickstoffs eine Nitrification stattgefunden, mehr oder weniger entsprechend dem Verunreinigungsgrad des Wassers.

Die Selbstreinigung, d. h. Mineralisirung der organischen Substanz ist aber nicht ganz zum Abschluss gekommen und hat nach der Verdampfung durch Schimmelbildung sich documentirt.

Dabei kann wieder etwas Salpetersäure vernichtet worden sein, sicherlich aber nur in sehr geringer Menge.\*)

Die jetzt gefundenen Salpetergehalte der Nummern I bis IV zeigen einen deutlichen Parallelismus mit dem Verunreinigungsgrade der ursprünglichen Wässer. Für die Nummer VI und VII durfte man höhere Salpetergehalte erwarten — ob das eine Zufälligkeit ist oder ein Zeichen dafür, dass die bis jetzt noch unbekannt Substanz, welche die Nitrification bedingt, in geringerer Menge vorhanden war, sind zur Zeit ungelöste Fragen.

\*) Reine Salpeterlösungen sind durchaus nicht zum Schimmeln geneigt wahrscheinlich gehört dazu eine Spur organischer Substanz, d. h. einer Substanz, welche assimilirbar ist und durch deren Mineralisirung Kraft entbunden wird.

In No. I scheint der ursprüngliche Salpetergehalt nicht nur nicht zugenommen, sondern sogar abgenommen haben — absolut vielleicht nicht so viel, als in den übrigen Nummern, aber relativ mehr auffallend.

Die Wasserprobe aus dem Luisenstädtischen Canal vom 4. Februar 1870 ist vom Nitrificationsprocess unberührt geblieben, da die Concentration kurz nach der Entnahme begonnen wurde. Der spätere Zusatz von überschüssigem Natriumcarbonat hat entschieden conservirend gewirkt.

In neuerer Zeit hat Schlösing die Nitrification im Boden zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht und dabei auch der Rolle des Wassers seine Aufmerksamkeit gewidmet. —

Schlösing's Beobachtungen stimmen in vielen Punkten mit den meinigen überein, auch darin, dass der Nitrificationsprocess noch in dichtes Dunkel gehüllt ist, dessen Aufhellung weiteren Specialstudien vorbehalten ist.

## B. Analysen von verschiedenen Boden- und Wasserproben aus der Umgegend Berlins.

Auf Veranlassung des Herrn Ingenieur Veitmeyer, welcher mit den Vorarbeiten zu einer Versorgung Berlins mit Wasser von den städtischen Behörden betraut worden war, sind zahlreiche Proben von Tiefgrundwasser aus der Umgegend Berlins analysirt worden, welche theils aus Bohrlöchern, theils aus Brunnen der Wasser-Versuchsstation am Müggelsee entnommen waren und für die Kenntniss des Berliner Normalwassers (cfr. S. 545) von einiger Bedeutung sind.

Im Zusammenhange damit wurde auch Wasser aus dem Müggelsee analysirt, sowie eine Anzahl von Erdproben sowohl vom Boden des genannten Sees als aus einzelnen Bohrlöchern, zur Feststellung des geognostischen Characters.

### a. 3 Bodenproben aus dem Müggelsee.

Einen vollständigen Bericht über die angestellten ausführlichen Analysen bis nach deren Beendigung mir vorbehaltend, beehre ich

mich heut in aller Kürze mitzutheilen, dass die von Ihnen mir vorgelegten Bodenproben vom Müggelsee bestehen:

1. aus mittelfeinem Kieselsand des hier gewöhnlichen Vorkommens, etwa  $\frac{1}{40}$  seines Gewichtes verwitternde Muschelshalen enthaltend;
2. aus fein sandiger Gytte (Kieselinfusorien-Moor) mit (im wasserfreien Zustand) circa  $\frac{1}{6}$  organischer Substanz und merkbarem Vivianitgehalt;
3. aus thonartigem Mergel mit ungefähr der Hälfte seines Gewichtes kohlensaurem Kalk und etwas Gyps.

Gegen durchfiltrirendes Wasser verhält sich Nr. 1. ziemlich indifferent.

Nr. 2. giebt eine geringe Menge organische (Humus)-Substanz von schwach moorigem Geschmack an dasselbe ab und wird dadurch bei hinlänglicher Berührung den im Wasser gelösten atmosphärischen Sauerstoff in Kohlensäure verwandeln; von seinen mineralischen Bestandtheilen lösen sich nur Spuren und wird deshalb die Härte von durchfiltrirendem Wasser kaum merkbar vermehrt.

Nr. 3. dagegen verursachte in dem damit geschüttelten destillirten Wasser einen ungefähr zweimal so hohen Härtegrad als dem jetzigen Wasserleitungswasser eigenthümlich ist. Lufthaltiges Wasser, welches successive Nr. 2. und 3. durchdringt, wird aller Wahrscheinlichkeit nach einen noch etwas höheren Härtegrad zeigen, dagegen einen beträchtlich geringeren Gehalt an organischer Substanz als bei alleiniger Filtrirung durch Nr. 2.

Zur endgültigen Entscheidung dieser Fragen bedarf es meines Erachtens einiger Untersuchungen, welche unmittelbar hierauf gerichtet sind und zugleich die Vorfrage erledigen, ob jene Ablagerungen Nr. 2. und 3. bei dem in Aussicht genommenen Wasserbezug wirklich als filtrirende Schichten fungiren werden. Bei dem bedeutenden Unterschied in der Durchlässigkeit des in hiesiger Gegend gewöhnlichen Sandes und der fraglichen Ablagerungen liegt nämlich die Möglichkeit vor, dass Wasser, welches aus einer halbwegs mächtigen Sandschicht unter ihnen mitten im Müggelsee aufgepumpt wird, auch bei sehr starker Entnahme nur zum geringen Theil dieselben durchströmt hat, sondern von den Seiten zugeflossen ist. Aus diesem Grunde würde ich auf künstliche Filtrirungsversuche mit Proben jener Ablagerungen weniger Werth legen, als

auf die Analyse von Wasserproben, welche aus einem daselbst angelegten Versuchsbrunnen bei lebhaftem Betriebe geschöpft werden.

Berlin, den 27. April 1871.

gez. Alexander Müller.

Herrn Ingenieur Veitmeyer  
Berlin.

Die von Herrn Ingenieur Veitmeyer im April h. a. eingesendeten Bodenproben aus dem Müggelsee waren:

Nr. I. Kieselsand, davon

- a) 1,8 Procent Muschelschalen, mehr oder weniger verwittert,
- b) 3,0 Procent Sand und Muschelfragmente, von und aus den vorgenannten Schalen abgespült,
- c) 95,2 Procent feine Sandkörner durch Messinggewebe von 95 Drähten pro Decimeter fallend;

Nr. II. feinsandige Gyttje (Kieselinfusorien-Moor) mit merkbarem Vivianitgehalt;

Nr. III. grauer, thonartiger Mergel:

Nachdem die Proben bei gelinder Ofenwärme, entsprechend hoher Sommertemperatur ausgetrocknet worden waren, wurde ihre procentische Zusammensetzung, wie folgt, gefunden:

Bestandtheile.	Nr. I. Sand c.	Nr. II. Gyttje.	Nr. III. Mergel.
Hyroskopisches Wasser . . . . .	0,2 Procent.	3,4 Procent.	0,9 Procent.
Organische Substanz . . . . .	0,5 „	16,6 „	4,7 „
Eisenoxyd . . . . .	0,8 „	16,8 „	5,8 „
Kalk . . . . .	} 0,4 „	2,0 „	30,6 „
Magnesia . . . . .		0,1 „	0,3 „
Kohlensäure . . . . .		0,8 „	22,8 „
Schwefelsäure . . . . .	—	1,4 „	0,9 „
Infusorienkiesel . . . . .	0,5 „	15,7 „	6,6 „
Sand . . . . .	97,6 „	43,2 „	27,1 „
Summa	100,00 Procent.	100,00 Procent.	99,7 Procent.

Dem oben aufgeführten Eisenoxyd war bei Sand c. nur eine Spur, bei der Gytte sehr wenig, bei dem Mergel wenig Thonerde beigemischt, ausserdem bei der Gytte ein merkbarer Phosphorsäuregehalt; der Magnesiumgehalt der Sandportion c. war ausserordentlich gering.

Der organisch gebundene Stickstoff der Gytteprobe betrug 0,87 Procent.

Die vom Sand abgeseihten und rein gewaschenen Muscheln (Portion a.) bestehen fast ausschliesslich aus reinem kohlensauren Kalk; die Sandportion b. enthielt 8,2 Procent kohlensauren Kalk, also nicht ganz 9 Procent Muschelfragmente.

Bei einer 8 tägigen Digestion mit destillirtem Wasser (der 15-, bezüglich  $\frac{3}{2}$  - fachen Gewichtsmenge der digerirten Trockensubstanz) von gewöhnlicher Temperatur gab

die Gytte eine schwach bräunliche, modrig riechende und schmeckende Lösung

mit 13,1 Grad Härte

und 380 Ml. gelöster Substanz, wasserfrei,

wovon 120 Ml. verbrennlich

und 260 „ eisenhaltige Asche;

der Mergel ein Wasser

mit 39,6 Grad Härte

und 720 Ml. gelöster Substanz, wasserfrei,

wovon 140 „ verbrennlich

und 580 „ Asche, vorwaltend Gyps.

Bezüglich der Schlussfolgerungen, welche sich aus den hier mitgetheilten Analysen ergeben, verweise ich auf das an Herrn Ingenieur Veitmeyer bereits am 27. April a. c. erstattete Gutachten, da seine Gültigkeit durch den Abschluss der damals noch rückständigen analytischen Bestimmungen nicht beeinflusst worden ist.

Berlin, den 2. Juni 1871.

gez. Alexander Müller.

An

den Magistrat der K. K. Haupt-  
und Residenzstadt Berlin.

b. Des Wasser des Müggelsees und der Versuchsstation.

**M ü g g e l s e e.**

aa) Probe vom 4. December 1872.

Das Wasser wurde der Versuchs-Station gegenüber etwa 100 Meter vom Ufer entfernt und etwa 3 Meter unter der Oberfläche geschöpft, in Flaschen mit eingefettetem Glasstöpsel luftdicht verschlossen und an kühlem Ort bis zur Analyse verwahrt.

Die saponimetrische Bestimmung der Härte erfolgte binnen einer Woche, desgleichen die Bestimmung des Ammoniaks, der Salpeter- und Schwefelsäure, sowie des Chlorgehaltes.

An die mit Controlversuchen verbundene ausführliche Analyse konnte erst einen Monat später gegangen werden.

Das Wasser hatte einen schwach gelblichen Schein, war fast klar, setzte aber allmählich dunkel gefärbte Flöckchen ab, worin das Mikroskop verschiedenen organischen Detritus und verschiedene Organismen (Diatomeen, Desmidiën und grössere im Seewasser gewöhnlich vorkommende lebende Wesen) erkennen liess.

Das Nessler'sche Reagens gab statt der bräunlichen Färbung des reinen Jodquecksilberammons eine schwach grünlich gelbe Lösung, wie man sie meist mit Berliner Wasserleitungswasser und dem reineren Berliner Brunnenwasser, sowie mit verdünnten Lösungen von Trimethylamin erhält, nach Qualität und Intensität entsprechend derjenigen von 80 Milligramm Chromsäure im Liter Wasser.

Beim Verdampfen des Seewassers mit Soda entwickelte sich ein unangenehm weichlicher, an altes Waschhauswasser erinnernder Geruch und war die Farbe der 60-fach concentrirten Lösung stark biergelb.

Der direkte Verdampfungsrückstand entwickelte beim Ansäuern einen deutlichen Geruch nach Metacetonsäure und nach angesäuertem Harn.

Dergleichen Verdampfungsrückstand kohlte bei stärkerem Erhitzen mit Torfgeruch; der kohlige Rückstand mit Säure über-gossen verbreitete einen an Alaunschieferrauch erinnernden Ge-ruch\*).

Der Gehalt an organischer Substanz und die Höhe der Acidität (bezüglich Alkalescenz) ist nach der von mir eingeführten Methode ermittelt worden, d. h. durch Verdampfen abgemessener Mengen von Wasser und Natriumcarbonat, Titriren des Ueberschusses von letzterem, Verdampfen der neutralisirten Alkalilösung, Trocknen und Veraschen des Rückstandes u. s. w.

Aus den analytischen Daten berechnet sich folgende Zusam-mensetzung:

Bestandtheile.	Milliontel.	Grad**).
Kieselsäure . . . . .	11,0	—
Eisenoxyd und Thonerde . . . . .	1,5	—
Kalk . . . . .	54,6	9,75
Magnesia . . . . .	6,1	1,52
Kali . . . . .	2,09	0,22
Natron . . . . .	21,4	3,45
Chlor . . . . .	21,3	3,00
Schwefelsäure . . . . .	12,4	1,55
Salpetersäure . . . . . circa	2,0	—
oder Säuren und Basen verbun- den (mit Vernachlässigung der Salpetersäure)		
kohlensaure Magnesia . . . . .	12,8	1,52
kohlensaurer Kalk . . . . .	88,7	8,87
schwefelsaurer Kalk . . . . .	12,0	0,88

\*) Dieser eigenthümliche Alaunschiefergeruch tritt sehr regelmässig beim Ansäuern verkohlter Rückstände von (salpeterarmen!) natürlichen Wässern auf; er scheint durch Einwirkung der organischen Substanz auf die vorhandenen Sulphate bedingt zu sein und deshalb nicht als charakterisch aufgefasst werden zu dürfen.

\*\*\*) 1 Grad = 10 Milliontel kohlensaurer Kalk oder die äquivalente Menge anderer Bestandtheile.

Bestandtheile.	Milliontel.	Grad.
schwefelsaures Kali . . . . .	3,8	0,22
schwefelsaures Natron . . . . .	6,4	0,45
Chlornatrium . . . . .	35,3	3,00
hierüber		
organische Substanz . . . . .	9,7	—
Die Acidität*) betrug . . . . .	—	1,30
wovon für Gyps . . . . .	0,88	Grad
also für organische Substanz (inclusive Salpetersäure) Differenz . . . . .	0,45	„
Summa uts. . . . .		1,30

Als natürliche Härte berechnet sich nach der Gewichtsanalyse  
(mit Vernachlässigung des Eisenoxyds und der Thonerde)

für Kalk . . . . .	9,75	Grad
„ Magnesia . . . . .	1,52	Summa 11,27
saponimetrisch wurde gefunden		
für bleibende**) Härte . . . . .	7,2	Grad
„ zeitliche Härte . . . . .	3,8	„
„ natürliche Härte . . . . .	Summa 11,0	„

Die Analyse zeigt im Ganzen den gewöhnlichen Charakter des Spreewassers, nur der Gehalt an Chlornatrium ist auffallend hoch. Vielleicht liegt die Ursache in der grossen Trockenheit des vorausgegangenen Sommers; bei ziemlich gleichbleibender Zufuhr von Kochsalz war das sie aufnehmende Wasserquantum bedeutend verringert und, da Kochsalz weder wie Kalkcarbonat durch Löslichkeitsverhältnisse beengt war, noch wie fast alle übrigen Bestandtheile des Wassers dem absorbirenden Einfluss von Vegetation und Boden unterlag, musste die Concentration im umgekehrten Verhältniss der Wassermenge steigen.

\*) d. i. die Menge der „Erdbasen, welche mit stärkerer Säure als Kohlensäure verbunden war, also beim Verdampfen auf Natriumcarbonat wie freie Säure sättigend wirkte z. B. Gyps.

\*\*) Unter „bleibender“ Härte versteht man den Gehalt eines Wassers an Erdsalzen, welche durch andauerndes Kochen nicht abgeschieden werden, und nimmt dabei an, dass etwa 3 Grad aufgelöstes Kalkcarbonat, der Rest auflösliche Erdsalze mit stärkeren Säuren zu rechnen seien. Eingehende Studien aber, über welche ich andernorts berichten werde, haben mich gelehrt, dass die Voraussetzung nur ausnahmsweise zutrifft.

## Die Versuchsbrunnen am Müggelsee.

aa) Probe vom 4. December 1872.

Das Wasser für die Analyse wurde an dem für alle 8 Brunnen gemeinschaftlichen Abführungsrohr aufgefangen und wie das Seewasser behandelt.

Im frischen Zustand war es vollkommen klar und farblos mit schwachem, aber bald vorübergehenden Schwefelwasserstoffgeruch und Eisengeschmack. Allmählich setzten sich in den Verwahrungsfaschen einige dunkel gefärbte Flöckchen ab von Eisenoxydhydrat mit geringen Einschlüssen von Moos- und Algen-Detritus, ohne lebende Organismen.

Die durch das Nessler'sche Reagens erzeugte Färbung war qualitativ dieselbe wie beim Seewasser, aber (etwa  $\frac{1}{2}$ ) weniger intensiv.

Die concentrirte Lösung des alkalisch gemachten Wassers war nur schwach gelblich, weit heller als die des Seewassers, und ohne Geruch. Der angesäuerte Verdampfungsrückstand roch kaum wahrnehmbar aromatisch. Beim Verkohlen der vorhandenen organischen Substanz entwickelte sich ein schwacher Caramelgeruch.

Die analytischen Daten führen zu folgender Zusammensetzung:

Bestandtheile.	Milliontel.	Grad.
Kieselsäure. . . . .	16,6	—
Eisenoxyd . . . . .	0,5	—
Kalk . . . . .	77,9	13,9
Magnesia . . . . .	5,7	1,4
Kali . . . . .	1,21	0,13
Natron . . . . .	10,1	1,62
Chlor . . . . .	10,2	1,44
Schwefelsäure . . . . .	11,2	1,40
Salpetersäure . . . . .	kaum Spur,	
oder Basen und Säuren verbunden		
kohlensaure Magnesia . . . . .	11,8	1,40
kohlensaurer Kalk . . . . .	128,0	12,8
schwefelsaurer „ . . . . .	14,8	1,09

Bestandtheile.	Milliontel.	Grad.
schwefelsaures Kali . . . . .	2,3	0,13
„ Natron . . . . .	2,6	0,18
Chlornatrium . . . . .	16,4	1,44
hierüber		
organische Substanz . . . . .	4,9	—
Die Acidität betrug . . . . .	—	1,47
wovon auf Gyps . . . . .	1,09	Grad
also für organische Substanz (inclusive Salpetersäure) Differenz . . . . .	0,38	„
Summa uts. . . . .		1,47

Als natürliche Härte berechnet sich nach der Gewichtsanalyse (mit Vernachlässigung des Eisenoxyds)

für Kalk . . .	13,9 Grad
Magnesia . . .	1,4 „
Summa	15,3 Grad,

saponimetrich wurden gefunden:

bleibende Härte .	5,5 Grad
zeitliche „ .	9,6 „
natürliche Härte	Summa . 15,1 Grad.

Die nach Uebereinstimmung der pesometrisch und saponimetrich gefundenen Härte mag zugleich als Beweis dafür gelten, dass das Brunnenwasser wenig freie Kohlensäure enthält.

Das oben aufgeführte Eisenoxyd ist als aus kohlenurem Eisenoxydul entstanden anzunehmen; von letzterem wiederum ist zu schliessen, dass es aus der Einwirkung von kohlenurehaltigem Wasser auf Schwefeleisen, dessen Bildung unter dem Einfluss von organischer Substanz auf Gyps und Eisenoxydhydrat im Erdboden zu den alltäglichen Erscheinungen gehört, unter Freimachung von Schwefelwasserstoff hervorgegangen sei. Im vorliegenden Falle ist die Stätte der Schwefelwasserstoffentwicklung zunächst in dem früher analysirten Seeschlamm zu suchen, durch welchen bei starkem Pumpen eine geringe Menge Seewasser den Weg nach dem Brunnen hin zu finden scheint.

Dem Geruch nach zu urtheilen, war die Schwefelwasserstoffentwicklung eine ziemlich wechselnde, eine manchmal stärkere, manchmal schwächere, bis zum vollständigen Aufhören. Aber auch bei der beobachteten grössten Intensität war die Menge des Schwefelwasserstoffs, so gering, dass ein kurzes Schütteln des Wassers

mit Luft den Geruch beseitigte und die quantitative Bestimmung, selbst bei grossem analytischen Aufwand, kein befriedigendes Resultat versprach.

Eine Maximalberechnung könnte man auf den in diesem Falle wiederholt und besonders genau zu bestimmenden Eisengehalt stützen, doch habe ich dieselbe für die Lösung der vorliegenden praktischen Frage nicht für nöthig erachtet.

So gering auch der Eisengehalt des Wassers gefunden worden ist, so hat doch in den Leitungsröhren und besonders in den Pumpventilen eine merkbare Ablagerung von Eisenoxydhydrat mit geringer Menge von Ferro- und Kalkcarbonat, sowie von Moos-, Algen- und Pilzfäden platzgegriffen. Die letzteren stammen zunächst aus dem in die Brunnenkesselwandung gestopften Waldmoos, von dem auch ein Theil der im Brunnenwasser gelösten organischen Substanz herrühren kann. Dass das erstere, trotz des so niedrigen Eisengehaltes des Wassers, vor dem Austritt an die freie Luft sich abgeschieden hat, diese Erscheinung dürfte denselben Grund haben wie die Krystallisation sogenannter übersättigter Lösungen, welche durch Berührung mit festen Körpern so wesentlich befördert wird; hier aber fand die stärkste Reibung an den Pumpenklappen statt.

Eine Uebersättigung des Brunnenwassers mit Eisenoxyd wird schon durch geringe Lufteinwirkung auf Ferroc carbonat hervorgerufen. Aber auch bezüglich des letzteren wie des Kalkcarbonats kann selbst bei niedrigen Gehalten eine Uebersättigung veranlasst werden, wenn dem Wasser Kohlensäure entzogen wird — und eine derartige Reaction hat allerdings die Cämentmauerung der M üggelbrunnen, wenigstens zeitweis, wie wir weiter unten sehen werden, ganz deutlich verursacht.

Was speciell die Wasserprobe vom 4. December betrifft, so darf man mit ziemlicher Sicherheit annehmen, dass sie durch die Cämentmauerung des Brunnenkessels nicht nachweisbar in ihrer Zusammensetzung verändert worden ist. Nachdem die Cämentmasse während einer längeren Reihe von Monaten mit öfters erneutem Brunnenwasser in Berührung gewesen und dabei theils ausgelaugt, theils gekohlensäuert worden ist, ist das Wasser am Tage der Probe nahme zufolge des kräftigen Auspumpens allzusehnell über ihre Oberfläche dahingeeilt um merkbar beeinflusst zu werden.

Das M üggelbrunnenwasser vom 4. December hat ganz den Charakter des Berliner Normalwassers und unterscheidet sich sehr

wesentlich von dem Wasser des angrenzenden Müggelsees, besonders im Gehalt an Chlornatrium,

der für den Brunnen 16,4 Milliontel

„ „ „ See 35,3 „

also mehr als das Doppelte beträgt.

Es muss auf diesen Unterschied so hohes Gewicht gelegt werden, weil Chlornatrium aus wässriger Lösung beim Durchgang durch den Erdboden so gut wie gar nicht absorbiert wird, wenigstens bei Filtrirung durch Sandboden, und erachte ich diesen einzigen Unterschied für vollständig beweisend, dass das untersuchte Brunnenwasser nicht einfach filtrirtes Seewasser ist und nicht einm'al eine wesentliche Zumischung von solchem erhalten haben kann.

Alle übrigen Unterschiede der Zusammensetzung können durch die Einwirkung des Bodens auf Seewasser bedingt sein; innerhalb gewisser Grenzen selbst die Temperaturunterschiede.

---

Ausser den vorliegenden ausführlicheren Untersuchungen ist das Wasser der Müggelbrunnen zahlreichen Einzelbestimmungen unterworfen worden, zeitweise gemeinschaftlich mit Müggelseewasser. Vergleiche umstehende Tabelle.

Analysen des Wassers der Versuchsstation bei  
Friedrichshagen.

bb) Uebersichtstabelle.

Wasserproben.			Grade.					Milliontel.	
Zeit.	Ort.		Härte.			Schwefelsäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Chlor.
			natürl.	zeitliche	bleibende				
1872.									
3. Juni	Brunnen*)	{ Nr. 3.	7,8	5,3	2,5	3,15	1,55	25,2	11,0
"	"	{ " 4.	6,1	0,9	5,2	3,20	2,08	25,6	14,8
15. Juli	Brunnen	Mischw.	14,7	10,4	4,3	1,65	1,53	13,2	10,9
17. August	"	"	13,9	9,7	4,2	1,50	1,56	12,0	11,1
16. Septbr.	"	{ Nr. 1.	13,8	?	?	1,37	1,36	11,0	9,7
		1) { " 3.	13,4	7,9	5,4	1,54	1,45	12,4	10,3
		{ " 5.	13,1	6,4	6,7	1,54	1,74	12,4	12,4
		{ " 6.	15,4	9,3	6,1	1,42	1,42	11,4	10,0
		2) { " 7.	9,1	2,9	6,2	2,08	2,21	16,6	15,7
		{ " 8.	8,6	2,2	6,4	2,50	2,78	20,0	19,7
27. Septbr.	See . . .		12,3	9,0	3,3	1,75	1,90	14,0	13,5
	Brunnen	Nr. 1.	13,9	8,5	5,4	1,56	1,46	12,5	10,4
	"	" 2.	13,5	7,3	6,2	2,15	1,44	17,2	10,2
	"	" 3.	14,1	7,9	6,2	1,90	1,55	15,2	11,0
	"	" 4.	13,7	7,5	6,2	1,67	1,63	13,3	11,6
	"	" 5.	14,0	8,3	5,7	1,75	1,79	14,0	12,7
	"	" 6.	15,9	8,7	7,2	1,53	1,54	12,2	10,9
	"	" 7.	14,7	8,5	6,2	1,54	1,32	12,4	9,4
	"	" 8.	15,0	8,8	6,2	1,63	1,57	13,0	11,1
4. Decbr.	See . . .		11,0	3,8	7,2	1,55	3,00	12,4	21,3
	Brunnen,	Mischw.	15,1	9,6	5,5	1,40	1,44	11,2	10,2
7. Decbr.	"	Nr. 3.	15,3	9,2	6,1	2,00	1,48	16,0	10,5
	"	" 4.	15,5	10,1	5,4	1,84	1,58	14,8	11,2
	"	3) { " 7.	11,1	5,0	6,1	1,56	1,55	13,2	11,0
	"	{ " 8.	8,6	3,0	5,6	2,25	2,15	18,0	15,3
27. Decbr.	"	Mischw.	14,9	9,3	5,6	1,56	1,42	12,5	10,1
	"	Nr. 8.	14,9	7,7	7,2	1,58	1,37	12,7	9,7
7. Novbr.	Bohrloch	{ 18 M.	14,6	8,5	6,1	1,39	1,44	11,1	10,2
	XXIV c.	{ 30 "	16,0	10,6	5,4	1,60	1,67	12,8	11,9

Anmerkung. Bei Entnahme der Proben waren die bezeichneten Brunnen  
1) = 3½ Tag; 2) = 12 Tage; 3) = 3 Tage ausser Betrieb. Die  
Brunnen hatten sich gefüllt, während die dem See näher gelegene  
Brunnenreihe im Betrieb war!

\*) Bei Entnahme der Proben am 3. Juni hatte der Betrieb noch nicht be-  
gonnen!

Das Wasser der Brunnen Nr. 3. und 4., vom 3. Juni 1872.

Beiderlei Wasser ist sehr klar, farb- und geruchlos, rein schmeckend (nur bei Nr. 3. mit sehr schwachem Moosgeschmack) und durch grosse Weichheit ausgezeichnet.

Nr. 3. hat einen normalen Chlorgehalt = 11,0 Milliontel,

„ 4. einen etwas höheren „ 14,8 „

beide sehr viel Schwefelsäure circa 25 „

welche nach der bleibenden Härte zu schliessen, ganz oder grösstentheils an Alkali gebunden sein musste.

Die Beschaffenheit von beiderlei Wasser ist augenscheinlich eine anomale, veranlasst durch Einwirkung der Cämentmauerung auf das Wasser. Cäment pflegt frei von Chlor zu sein, enthält aber meist geringe Mengen von Alkalien (aus dem Thon) und Schwefelsäure (aus dem Feuermaterial) und ist reich an Aetzkalk.

Letzterer entzieht dem Wasser nicht nur die freie Kohlensäure, sondern verwandelt auch die sauren Erdcarbonate in neutrale, scheidet unter Umständen sogar aus dem gelösten Magnesiacarbonat (sehr schwer lösliches) Magnesiahydrat ab und ist bei weiterem Eindringen in das Wasser endlich als Aetzkalk nachzuweisen.

Die Reaction des Aetzkalks wird nicht durch völlige Kohlensäuerung der Cämentoberfläche abgeschlossen, sondern dauert wegen stattfindender Diffusion so lange an, als im Cäment Aetzkalk vorhanden ist, kann aber bei schneller Vorüberführung von Wasser, also bei starkem Pumpen, so gering werden, dass sie in dem künstlich vervielfachten Wasservolumen nicht mehr nachweisbar ist.

In unserem Fall scheint die Einwirkung des Aetzkalks höchstens bis zur Magnesiaausscheidung und zwar nur bei Nr. 3. gegangen zu sein.

Dafür, dass durch ihn Kalkcarbonat zur Abscheidung gebracht worden ist, spricht nicht nur die geringe natürliche Härte, sondern auch der Umstand, dass beiderlei Wasser (Nr. 3. und 4.) binnen wenigen Tagen Krystalle von Kalkcarbonat an der Wandung der Glasflaschen absetzte, ein Zeichen, dass die Wasserproben beim Auffüllen mit gelöstem Kalkcarbonat übersättigt waren. Eine freiwillige Abscheidung von Kalkcarbonat bei gleicher Verwahrung erfolgt sonst nur aus Brunnenwasser mit bedeutend grösserer Härte

als 15 Grad. Nur beiläufig erwähnt sei, dass beim Pumpen reines Bodenwasser mit mehr oder weniger verändertem Wandungswasser in sehr wechselnder Menge sich mischen kann.\*)

#### Versuchsbrunnen, Mischwasser vom 16. Juli 1872.

Das Wasser ist klar wie am 3. Juni, setzt aber allmählich einige dunkelbraune Flöckchen von incrustirten (Algen- oder Mycelium-) Fäden ab. Geruch vorübergehend schwach nach Schwefelwasserstoff. Härte wesentlich höher als am 3. Juni, aber diejenige des Spreewassers wenig übertreffend.

Gehalt an Chlor- und Schwefelsäure, wie im Berliner Normalwasser; desgleichen rücksichtlich der Spuren von Salpetersäure und Aminen.

Eine Einwirkung der Cämentmauerung nicht nachweisbar.

#### Das Mischwasser vom 17. August 1872

zeigt die grösste Uebereinstimmung mit demjenigen vom 16. Juli.

#### Wasser vom 16. September 1872

aus den Brunnen Nr. 1, 3, 5, 6, 7 und 8, von denen die beiden letzten seit 12 Tagen, die ersteren seit  $3\frac{1}{2}$  Tagen ausser Betrieb gestellt waren.

In der Zusammensetzung der sechs Wasserproben zeigt sich ein auffälliger Unterschied, je nachdem der Brunnen in Betrieb oder in Ruhe gewesen war.

Das Wasser der ersten vier Brunnen, also bei andauerndem Betrieb, stellt sich den früheren Mischproben sehr nahe und hat als ganz normal zu gelten.

Dagegen ist bei den ruhenden Brunnen Nr. 7. und 8. der früher erwähnte Einfluss der Cämentmauerung ganz deutlich, wenn auch nicht so stark als am 3. Juni in den Brunnen 3. und 4. zu erkennen.

Das Wasser ist durch den Aetzkalk des Cämentes weicher geworden und besonders hat die zeitliche, auf Bicarbonaten beru-

---

\*) Die Proben vom 3. Juni waren vor der Inbetriebsetzung der Versuchstation direkt aus Brunnen 3 und 4 geschöpft. Der Cäment der Brunnenwandungen hatte Wochen hindurch Zeit gehabt, auf das in den Brunnen stehende Wasser einzuwirken.

hende Härte abgenommen, während andererseits der Gehalt an Schwefelsäure gestiegen ist.

Dass zugleich ein höherer Chlorgehalt, besonders in Nr. 8. (19,7 Milliontel) gefunden worden ist, könnte auf einer örtlichen Verunreinigung des Bodens durch die mit dem Dampfmaschinenbetrieb verbundenen Abfälle beruhen.

Bemerkenswerth ist, dass das Wasser Nr. 7 und 8. frei von Schwefelwasserstoff war, während die anderen Brunnen geringe Mengen davon wahrnehmen liessen.

#### Wasser vom 27. September 1872

aus sämtlichen Brunnen zeigt sich fast durchaus als normales Untergrundwasser, nur dass der Schwefelsäuregehalt in Brunnen 5, 3 und 2 in gleicher Reihenfolge sich etwas über das Normale erhebt.

In Nr. 1 bis 3 war bei Ankunft in Berlin kein, bei den übrigen ein nur sehr schwacher Schwefelwasserstoffgeruch zu bemerken.

Müggelseewasser enthielt an demselben Tage wie gewöhnlich mehr Chlor, doch nicht sehr bedeutend; sein Schwefelsäuregehalt wurde von Brunnen Nr. 5 (mit 14 Milliontel) erreicht, und von Nr. 3 und 2 (mit 15, bezüglich 17 Milliontel) übertroffen.

Salpetersäure fehlte im See- und Brunnenwasser fast vollständig und betrug im Maximum (Nr. 6) bei weitem nicht 1 Milliontel.

Das Nessler'sche Reagens gab mit dem Brunnenwasser eine nur sehr schwach grünliche, auf Amine deutende Färbung, mit dem Seewasser eine nicht viel stärkere.

#### Am 4. und 7. December 1872

nahm man Mischwasser aus den Brunnen Nr. 1 bis 8, am 7. December Einzelproben aus Nr. 3, 4, 7 und 8. Sowohl das Mischwasser, dessen ausführliche Analyse bereits oben mitgeteilt ist, als das Wasser der einzelnen Brunnen Nr. 3 und 4 verhielt sich wie gewöhnlich, zeigte jedoch einen etwas erhöhten Schwefelsäuregehalt (16, bezüglich 15 Milliontel). Das Wasser aus Nr. 7 und besonders Nr. 8 unterschied sich von dem übrigen durch geringere Härte und zwar wegen niedrigen Gehalts an Bicarbonaten; die darauf beruhende zeitliche Härte war in Nr. 7 auf die Hälfte, in Nr. 8 sogar unter ein Drittel der gewöhnlichen Zahl gefallen. Dagegen war in Nr. 8 der Gehalt an Schwefelsäure und Chlor etwas

über normal, doch nicht so auffallend, als am 16. September. Die Ursachen sind wohl dieselben, wie die früher für gleiche Erscheinung angegebenen\*).

Dass das Seewasser an demselben Tag wesentlich mehr Chlor als früher, das Doppelte vom Mischwasser der Brunnen enthielt, ist auch schon erwähnt.

Wasser aus verschiedener Tiefe des benachbarten Versuchsbohrlochs Nr. XXIV c., kam in seinen Eigenschaften demjenigen des Brunnenmischwassers sehr nahe.

Das am 27. December 1872

entnommene Brunnenwasser theils aus Brunnen Nr. 8, theils als Mischprobe aus sämmtlichen im Betriebe befindlichen Brunnen, gab bei der Analyse Resultate, welche sowohl unter sich als mit den früher von normalem Müggelbrunnenwasser übereinstimmten. Wie am 27. September, so hatte auch am 27. December das Wasser des Brunnens Nr. 8 dem mehrmals beobachteten Einfluss der Kesselwandung sich entzogen.

Berlin, im März 1873.

gez. Alexander Müller.

### c. Untersuchung des Wassers aus den durch Herrn Ingenieur Veitmeyer 1872 und 1873 bei Berlin getriebenen Bohrlöchern.

Aus dem ersten Bohrloch (Ia.) wurden die für die Analyse bestimmten Wasserproben unmittelbar nach Fertigstellung des Bohrloches der Reihe nach in 8 Glasstöpsel-Flaschen von circa  $1\frac{1}{2}$  Liter Inhalt gepumpt.

Die saponimetrische Prüfung ergab für alle 8 Flaschen fast genau übereinstimmend die natürliche Härte zu 12,6 Grad mit 0,2 Grad Maximaldifferenz; demzufolge wurden die weiteren Bestimmungen mit dem Mischwasser sämmtlicher 8 Flaschen ausgeführt.

Da aber nach früheren Erfahrungen das Wasser der oberen

---

\*) Brunnen 7 und 8 waren seit 3 Tagen ausser Betrieb.

Erdschichten sehr wesentlich von demjenigen der Tiefe abweichen kann, wurde späterhin genau unterschieden zwischen dem Wasser, welches nach Fertigstellung in dem das Bohrloch auskleidenden Eisenrohr enthalten und als „Mischwasser“ aus sämtlichen durchgesetzten Erdschichten zu betrachten war, und demjenigen, welches, nachdem man ein Mehrfaches des berechneten Röhreninhaltes abgepumpt hatte, als genügend reines „Bodenwasser“ von der Tiefe des unteren Röhrenendes gelten durfte.

Das „Bodenwasser“ zeichnete sich in der Regel schon unmittelbar für das Auge vor dem „Mischwasser“ durch humusärmeren Bodensatz und schnellere, bezüglich vollständigere Klärung aus. — Im Allgemeinen sind ja die Bodenverhältnisse um Berlin der Art, dass die tieferen Schichten frei oder fast frei von organischer Substanz und zwar ausgeprägt sandig sind und die Einmischung von Humus ausser in entschiedenen Moorgegenden nur der Oberfläche angehört.

Die verschiedenen Erdschichten unvermischt der Reihe nach aus dem Bohrloch zu entfernen, hat nun allerdings die befolgte Bohrmethode nicht gestattet, sondern es ist nicht zu vermeiden gewesen, dass Theile der oberen Schichten bis zu Ende der Bohrung zurückgeblieben sind und sich mit den tieferen Bohrproben gemischt haben. Selbst das Auspumpen eines relativ grossen Wasservolumens hat jene Rückstände der obersten Schichten nur unvollständig entfernt und es enthielten nicht blos die letzten Bohrproben, sondern auch in der Regel das „Bodenwasser“, Bestandtheile, welche entschieden den obersten Schichten angehörten; z. B. torfige Schlammtheile aus Tiefen weit innerhalb des reinsten Diluvialsandes.

Gleichwohl ist nicht anzunehmen, dass innerhalb der hier eingehaltenen analytischen Grenzen das „Bodenwasser“ chemisch merkbar durch jene fremden Bodenbestandtheile beeinflusst worden sei; in der Regel hat das „Bodenwasser“ wie im Aeusseren, so in der Zusammensetzung vor dem „Mischwasser“ sich ausgezeichnet.

Die chemische Analyse hatte zunächst darüber Aufklärung zu geben, inwieweit die verschiedenen Wasserproben als für die Berliner Gegend normales Brunnenwasser anzusprechen wären, d. h. als Tiefgrundwasser, möglichst frei von Abfällen des häuslichen, wie gewerblichen Lebens, sowie von den organischen Zersetzungsprodukten der sporadischen Torfmoore. Hierzu genügte die Be-

stimmung der gelösten Erdsalze (Härte im frischen und gekochten Zustand), des Chlors und der Schwefelsäure, deren ersteres meist als Chlornatrium, letztere theilweise mit Kalk als Gyps, theilweise mit Alkali verbunden ist. Für die organischen Zersetzungsprodukte: Salpetersäure und Ammoniak kam es mehr darauf an, ihr spurenweises Auftreten festzustellen, als bei reichlicherem Vorkommen die Menge scharf zu bestimmen.

Zur Schätzung der Salpetersäure diente die Brucinreaction mit Einhaltung durchaus gleichmässiger Bedingungen. Für Ammoniak wurde das Nessler'sche Reagens benutzt, und bemerke ich gleich hier, dass die eintretende Färbung auch bei grösserer Intensität (z. B. Nr. IIIa) nicht die reine bräunliche Nüance, welche dem Ammoniak zukommt, besass, sondern eine grünliche und bei geringeren Intensitäten ganz und gar mit derjenigen übereinstimmte, welche verdünnte Chromsäurelösungen von 25 bis herab unter 2,5 Milliontel Gehalt haben.

Der Gehalt an reinem Ammoniak ist also geringer als der durch Zahlen angegebene; es ist aber zur Zeit noch unmöglich zu sagen, durch welchen ammoniakähnlichen Körper (Amin) die grüne Färbung bedingt wird. Wahrscheinlich ist es Trimethylamin nicht allein, welches eine solche Reaction giebt.

Die analytisch ermittelten Werthe sind in nachfolgenden Tabellen A, 1 bis 3, und B. übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle A. 1.

Analysen der Wasser aus

P r o b e n .				G r a d e .				
Datum der Entnahme.	Nr. des Bohrloches.	Tiefe.  Fuss.	Art der Probe.	Härte.			Schwefelsäure.	Chlor.
				natürliche	zeitliche.	bleibende.		
Februar 12. . . . .	Ia.	55	M. *)	12,6	8,0	4,6	2,4	1,5
" 21. . . . .	IIa.	—	M.	13,1	8,7	4,4	2,6	2,5
" " . . . . .	31	B. **)		11,0	6,6	4,4	1,1	1,5
März 1. . . . .	IIIa.	—	M.	7,0	1,9	5,1	1,5	2,5
" " . . . . .	49	B.		12,9	6,8	6,1	1,1	1,8
März 7. . . . .	IVa.	—	M.	15,1	10,3	4,8	2,5	3,8
" " . . . . .	43	B.		14,0	9,2	4,8	1,5	3,0
März 13. . . . .	Va.	—	M.	10,4	6,2	4,2	2,0	1,8
" " . . . . .	36	B.		8,5	4,3	4,2	1,0	0,9
März 22. . . . .	VIa.	—	M.	12,1	7,5	4,6	?	2,6
" " . . . . .	"	35	B.	11,5	6,6	4,9	1,4	1,6
April 1. . . . .	VIIa.	—	M.	12,1	8,0	4,1	?	1,7
" " . . . . .	"	36	B.	13,1	7,8	5,3	1,6	1,8
April 11. . . . .	VIIIa.	—	M.	14,5	10,1	4,4	?	1,8
" " . . . . .	62	B.		13,3	9,1	4,2	2,2	1,4
April 22. . . . .	IXa.	—	M.	13,1	7,2	5,9	?	1,6
" " . . . . .	37	B.		13,0	7,8	5,2	2,7	1,7
April 27. . . . .	Xa.	—	M.	13,7	9,4	4,3	?	1,8
" " . . . . .	"	37	B.	14,9	10,8	4,1	0,8	1,4
Mai 6. . . . .	XIa.	40	M.	11,9	5,5	6,4	3,3	2,4
Mai 12. . . . .	XIIa.	56	M.	14,1	6,5	7,6	2,7	3,4
December 14. . . .	XIIIa.	50	M.	10,6	5,4	5,2	1,0	0,9
" " . . . . .	"	92	M.	10,5	5,3	5,2	1,5	1,0
" " . . . . .	"	92	B. (?)	10,8	5,3	5,5	1,2	1,0

\*) M. = Mischwasser.  
\*\*) B. = Bodenwasser.

den Bohrlöchern. Colonne a.

Milliontel.				B e m e r k u n g e n .
Schwefelsäure.	Chlor.	Salpetersäure.	Ammoniak.	
19,4	10,5	0,5	0,9	klären sich bald über sandigem Bodensatz; Geschmack rein.
21,2	17,4	< 0,5	0,8	
9,0	10,9	< 0,5	< 0,1	humos, gelblich. } Aus dem Torf-fenn. weniger gelblich. }
12,0	17,4	0	2,5	
9,0	12,6	0	2,0	trübe aber farblos.
20,0	27,3	1	0,6	
12,0	21,5	1	0,1	sehr gut sich klärend. rostgelber Bodensatz, schwacher Eisengeschmack. } An der weniger Eisengehalt, klärt sich bald, } Möcker- schmeckt rein. } nitz.
16,0	12,6	1	0,2	
8,0	6,6	0,5	< 0,1	rothgelber Bodensatz, schmeckt theerig. } Auf dem schlammig, klärt sich schwierig, } Vogel- schmeckt ziemlich rein. } sang.
? 18,5	0,5	0,6	0,6	
11,5	11,6	0,5	0,6	wenig brauner Sand; klärt sich gut. noch klarer; schmeckt rein.
? 12,1	0,5	< 0,6	< 0,6	
14,9	12,6	0,5	< 0,6	brauner Sand; schmeckt weichlich. besser.
? 12,8	1	0,3	0,3	
18,0	10,0	1	0	sehr trüb und dunkel; Geschmack rein. } Südlich weniger trüb und dunkel; Geschmack } des rein. } Schiff- klärt sich gut über braunem Sand; } fahrts- Geschmack rein. } Canales.
? 11,7	< 1	0,5	0,3	
21,3	11,7	< 0,5	0,8	trüblich, ohne viel Bodensatz; Ge- schmack rein. }
? 13,1	1	0,5	0,5	
6,4	10,2	4	0,3	klären sich schnell; schmecken rein.
26,7	17,2	< 1	0,5	
22,0	24,1	< 0,5	0,3	
7,7	6,5	0	0,1	klären sich schnell; schmecken rein.
12,0	6,8	0	0,2	
9,6	6,8	0	0,2	

Tabelle A. 2.

## Analysen der Wasser aus

Proben.				Grade.				
Datum der Entnahme.	Nr. des Bohrloches.	Tiefe. Fuss.	Art der Probe.	Härte.			Schwefelsäure.	Chlor.
				natürliche	zeitliche.	bleibende.		
Juni 10. . . . .	IIb.	—	M. *)	30,4	19,0	11,4	?	13,8
" " . . . . .	"	40	B. **)	31,5	19,3	12,2	9,9	11,0
" 20. . . . .	IIIb.	—	M.	11,5	5,3	6,2	?	1,7
" " . . . . .	"	50	B.	11,0	5,1	5,9	3,0	1,2
" 28. . . . .	Vb.	—	M.	24,7	16,7	8,0	8,6	2,0
" " . . . . .	"	50	B.	24,9	18,1	6,8	7,3	1,7
Juli 27. . . . .	VIIb.	—	M.	16,5	10,8	5,7	0,9	1,4
" " . . . . .	"	41	B.	15,0	11,2	3,3	0,8	1,3
October 9. . . . .	VIIIb.	55	B.	19,5	15,1	4,4	1,6	4,4
" " . . . . .	"	100	B.	20,1	15,6	4,5	0,8	3,3
August 6. . . . .	IXb.	45	B.	15,0	9,4	5,6	1,6	1,8
" 9. . . . .	Xb.	47	B.	4,5	0,3	4,2	0,9	1,1
" 15. . . . .	XIb.	60	B.	13,7	10,3	3,4	1,0	2,1
" 19. . . . .	XIIb.	47	B.	7,2	2,5	4,7	1,5	2,0
" 23. . . . .	XIIIb.	50	B.	10,6	1,9	8,7	4,0	1,7

\*) M. = Mischwasser.

\*\*) B. = Bodenwasser.

## den Bohrlöchern. Colonne b.

Milliontel.				Bemerkungen.
Schwefelsäure.	Chlor.	Salpetersäure.	Ammoniak.	
?	98,0	2	0,3	} sandig schlammig, mit Ockerabscheidung.
79,0	78,1	4	< 0,1	
?	12,1	2	0,6	} ziemlich rein über sandigem Bodensatz.
23,9	8,6	3	0,1	
69,2	14,2	0	0,4	wenig bräunlicher } Bodensatz,
58,8	12,3	0	0,1	viel mooriger } Geschmack rein.
7,0	10,2	0	0,1	viel rostgelber Bodensatz; Petroleumgeschmack.
6,2	9,4	< 0,5	0,2	reiner.
13,1	31,6	< 0,5	0,1	} lange trüb.
6,3	23,6	< 0,5	0,2	
13,2	12,8	1	0,5	bräunlich trüb, klärt sich langsam.
6,9	7,7	1	0,1	sehr klar und rein. Am weitesten östlich.
7,8	14,9	1	0,4	lange trüblich, schmeckt rein.
11,8	14,4	1	0,5	bräunlich trüblich.
32,3	11,8	20	0,8	Spur Eisen und Buttersäure.

Tabelle A. 3.

Analysen der Wasser aus

P r o b e n .				G r a d e .				
D a t u m d e r E n t n a h m e .	N r . d e s B o h r l o c h e s .	T i e f e . F u s s .	A r t d e r P r o b e .	H ä r t e .			S c h w e f e l s ä u r e .	C h l o r .
				n a t ü r l i c h e .	z e i t l i c h e .	b l e i b e n d e .		
Probe unter dem Thon entnommen	IIIc.	60	B.**)	17,4	12,7	4,7	1,6	1,2
Mai 17 desgl. . . . .	IVc.	52	B.	13,6	9,3	4,3	1,5	1,7
Juli 15. . . . .	Xc.	—	M.*)	20,0	14,0	6,0	?	1,3
" " . . . . .	"	62	B.	19,0	14,2	4,8	1,9	1,4
" 25. . . . .	XIc.	47	B.	20,2	14,2	6,0	2,1	1,5
August 2. . . . .	XIIc.	48	B.	13,2	8,3	4,9	1,3	2,5
" 12. . . . .	XIIIc.	60	B.	16,0	10,8	5,2	1,7	0,9
" 29. . . . .	XVc.	56	B.	7,2	1,2	6,0	1,3	2,7
September 4. . . . .	XVIc.	40	B.	15,0	10,1	4,9	1,0	0,6
" " . . . . .	XVIIc.	—	M.	23,6	15,9	7,7	0,8	3,5
" 9. . . . .	"	61	B.	25,1	20,7	4,4	0,6	2,1
" 13. . . . .	XVIIIc.	60	B.	29,3	16,0	13,3	1,1	3,5
" 17. . . . .	XIXc.	56	B.	22,6	15,2	7,4	1,4	1,2
" 20. . . . .	XXc.	56	B.	14,5	10,3	4,2	1,7	1,5
" 25. . . . .	XXIc.	20	B.	13,8	8,0	5,8	1,4	1,2
" 25. . . . .	"	60	B.	11,6	6,7	4,9	1,8	1,0
" 28. . . . .	XXIIc.	60	B.	21,1	14,8	6,3	1,1	1,2
" " . . . . .	XXIIIc.	24	B.	12,7	7,9	4,8	1,2	2,0
October 8. . . . .	"	62	B.	11,5	5,8	5,7	1,5	2,4
" " . . . . .	XXIVc.	—	M.	14,7	9,9	4,8	1,1	1,6
" " . . . . .	"	56	B.	14,6	8,5	6,1	1,4	1,4
November 16. . . . .	"	100	M.	16,0	10,6	5,4	1,6	1,7
" " . . . . .	XXVc.	—	M.	34,8	26,9	7,9	?	2,4
" " . . . . .	"	50	B.	12,4	6,2	6,2	3,1	0,9

\*) M. = Mischwasser.  
\*\*) B. = Bodenwasser.

aus den Bohrlöchern. Colonne c.

M i l l i o n t e l .				B e m e r k u n g e n .
S c h w e f e l s ä u r e .	C h l o r .	S a l p e t e r s ä u r e .	A m m o n i a k .	
12,9	8,7	0	< 0,1	viel } feiner grauer Sand, Wasser ohne Ge- weniger } schmack und Farbe. bräunliche Flocken; schmeckt } Wiese am fast rein, } Alt-Lands- ohne Farbe und Geschmack über } berger wenig Sand. } Fließ.
11,8	12,3	0	0,1	
?	9,0	< 0,5	0,5	
15,0	9,9	< 0,5	0,5	ohne Farbe und Geschmack über } wenig Sand. }
16,5	10,4	1	0,4	viel brauner Sand.
10,2	17,4	< 0,5	0,4	schmeckt schwach torfig.
13,6	6,5	< 0,5	0,4	schmeckt schwach dumpfig. Nördlich- stes Bohrloch; nur feine Sande.
10,0	19,5	10	0,4	sehr klar über wenig hellgrauem Sand.
8,3	4,3	< 0,5	0,2	nicht ganz so klar. Mahlsdorfer Tränke.
6,6	25,0	> 0,5	2	trüb über schlammigem Sand, Spur Butter- säure.
4,9	15,1	0	0,7	gut geklärt über dunklem Sand, Spur Pro- pionsäure.
9,2	25,1	0	0,5	viel mooriger Sand.
11,3	8,2	10	0,5	weniger, rostgelber Sand.
13,7	10,4	0	0,2	klärt sich langsam; schmeckt rein.
11,3	8,4	0	0,5	weniger trüb; schmeckt rein.
8,6	7,4	0	0,5	
9,2	8,9	0	0,5	lange trüb über schlammigem } Schlenke an Sand. (Thon wahr- } der Ver- scheinlich.) } suchsstation.
9,3	14,5	0,5	0,2	
12,4	17,2	< 0,5	0,2	sehr klar über rostgelben Flöckchen,
8,7	11,1	< 0,5	< 0,1	schlammiger Sand.
11,1	10,2	< 0,5	0,1	
12,8	11,9	0	0,6	desgl.; schmeckt schwach theerig.
?	17,0	0	0,3	sehr schlammig. (Sumpfterrain.) Rohrlaacke.
25,1	6,3	0	< 0,1	klarer mit reinem Geschmack.

**Tabelle B.**

Bestandtheile.	Milliontel.				Grade.			
	Ia.	IIa.	IVa.	Va.	Ia.	IIa.	IVa.	Va.
Kieselsäure . . . . .	10,4	20,0	15,1	12,3	—	—	—	—
Kalk . . . . .	61,4	49,0	76,2	45,6	10,96	8,76	13,6	8,15
Magnesia . . . . .	4,0	3,5	5,5	2,5	1,0	0,9	1,4	0,6
Kali . . . . .	3,7	0,5	0,6	0,3	0,39	0,05	0,06	0,03
Natron . . . . .	14,0	13,0	18,0	7,5	2,25	2,08	2,90	1,21
Schwefelsäure . . . . .	19,4	9,0	12,0	8,0	2,4	1,1	1,5	1,0
Chlor . . . . .	10,5	10,9	21,5	6,6	1,49	1,54	3,02	0,93

In allen 4 Wässern fand sich eine Spur von Eisen und Thonerde, letztere überwiegend in Nr. Va.

Der Gehalt an organischer Substanz hat wegen Zeitmangel nicht genau bestimmt werden können, war aber jedenfalls sehr gering (wenige Milliontel), besonders bei Nr. Va., dessen Verdampfungsrückstand beim Glühen kaum merkbar sich schwärzte.

Mit Verbindung der Säuren und Basen zu Salzen wird die Zusammensetzung folgende:

Bestandtheile.	Milliontel.				Grade.			
	Ia.	IIa.	IVa.	Va.	Ia.	IIa.	IVa.	Va.
kohlensaure Magnesia . . . . .	8,4	7,4	11,6	5,2	1,0	0,9	1,4	0,6
kohlensaurer Kalk . . . . .	97,1	82,5	122,0	74,5	9,71	8,25	12,2	7,45
schwefelsaurer Kalk . . . . .	17,0	6,9	19,5	9,5	1,25	0,51	1,44	,70
„ Kali . . . . .	6,8	0,9	1,0	0,5	0,39	0,05	0,06	0,03
„ Natron . . . . .	10,8	7,7	0,0	3,8	0,76	0,54	0,00	0,27
Chlornatrium . . . . .	17,4	18,0	34,6	10,9	1,49	1,54	2,95*)	0,93

\*) Als Mittel von 2,90 Grad Natron und 3,02 Grad Chlor.

Die Seifentitrierung hatte ergeben:

Härte.	Ia.	IIa.	IVa.	Va.
natürliche	12,6 Grad.	11,0 Grad.	14,0 Grad,	8,5 Grad.
zeitliche	8,0 „	6,6 „	9,2 „	4,3 „
bleibende	4,6 „	4,4 „	4,8 „	4,2 „

also ziemlich übereinstimmend mit der nach der Gewichtsanalyse berechneten, ausser bei Wasser Nr. IIa., welches aus unbekannt gebliebenem Grunde einen Ueberschuss von  $1\frac{1}{3}$  Grad zeigt.

Wir wenden uns zunächst zur Betrachtung der Tabellen A 1, 2 und 3.

Nach der Ammoniakreaction ist von allen untersuchten Wässern nicht eins eigentlich zu verwerfen; es enthalten aber die ammoniakreichsten Wässer Nr. IIIa (Torf-Fenn) und XVIIc, zugleich so viel humose Stoffe, dass sie deswegen als schlecht zu bezeichnen sind.

Aehnlich wie Ammoniak kommt Salpetersäure meist spurenweise vor, nur in 3 Proben, Nr. XVb, XVc und XIXc erhebt sich ihre Menge auf 10 Milliontel und darüber.

Die Chlorgehalte zeigen eine grosse Abwechselung von 98 Milliontel (Nr. IIb M.) bis herunter zu 4,3 Milliontel (Nr. XVIc B). Unter 14 Milliontel (einem mittleren Gehalt der Ober-Spree) halten sich zwei Drittel sämmtlicher Wasserproben; von den übrigen gehen nur 2 über 32 Milliontel, nämlich Nr. IIb M. und B. mit 98, bezüglich 78 Milliontel; und zwischen 14 und 32 Milliontel finden wir, relativ zu den analysirten Proben, eine fast doppelt so grosse Anzahl Mischwasser als Bodenwasser.

Aus den vielfach beobachteten Chlorgehalten unter 10 Milliontel müssen wir schliessen, dass der Boden um Berlin an sich sehr arm an Chlorverbindungen ist und dass höchst wahrscheinlich in ihn keine irgend wie mit Salzsoole gemischte Tiefgrundwässer eindringen, dass also höhere Chlorgehalte der Einwirkung der Bevölkerung zuzuschreiben sind. Mit Ausnahme der Nr. IIb, ist für unsere Wasserproben jener Einfluss der Bevölkerung jedenfalls ein sehr geringer gewesen, denn unter einer grossen Anzahl städtischer Brunnen habe ich nur in ganz vereinzelt Fällen bis herunter zu 30 Milliontel Chlor gefunden.

Annähernd in gleicher Weise wie das Chlor schwankt für un-

sere Wasserproben die Schwefelsäure und hält sich durchschnittlich sehr niedrig. Wenn wir als obere Grenze für reines Tiefgrundwasser der Berliner Umgegend 20 Milliontel Schwefelsäure annehmen, so finden wir diesen Gehalt nur in 10 der vorliegenden Wasserproben überstiegen; unter diesen 10 sind es wiederum nur 3, welche sich wesentlich von jener Grenze entfernen, nämlich die Wässer der beiden Bohrlöcher Vb und IIb. Letztgenanntes Wasser mit 79 Milliontel Schwefelsäure zeigte auch den höchsten Chlorgehalt, wahrscheinlich aus gleicher Quelle örtlicher Verunreinigung.

Während umgekehrt sehr niedrige Chlorgehalte als ein gutes Zeichen für die Beschaffenheit des Berliner Brunnenwassers sind, berechtigen niedrige Schwefelsäuregehalte durchaus nicht zu gleichen Schlüssen. Ursprünglich schwefelsäurereiches Wasser kann durch die Einwirkung lebender Pflanzen arm an Schwefelsäure werden, aber der niedrige Gehalt kann auch eine Folge von stattfindender Fäulniss sein, welche die ursprünglichen Sulphate zu Schwefeleisen reducirt. Das schwefelsäureärmste Grundwasser von der städtischen Rieselwiese stammt immer von denjenigen Stellen, wo die aufgebrauchte Spüljauche noch nicht vollständig verwandelt ist.

Bezüglich der Erdsalze halten sich die untersuchten Wasserproben dem Berliner Wasserleitungswasser nahe mit etwa 13 Grad natürlicher und einer halb so hohen bleibenden Härte.

Relativ hoch ist die bleibende Härte	
für das moorige Wasser	XVIIIc. mit 13,3 und das Wasser a. d.
mehrerwähnten Bohrloch	Nr. IIb. { mit 12,2 und
	{ „ 11,4 Grad; daran
schliesst sich Wasser	XIIIb. mit 8,7 Grad
	Vb. M. „ 8,0 „
	Vb. B. „ 6,8 „
	Nr. XXVc. M. „ 7,9 „
	XVIIc. M. „ 7,7 „
	XIIa. „ 7,6 „
	XIXc. „ 7,4 „
	ferner XIa. „ 6,4 „
	IIIa. B. „ 6,1 „ u. s. w.

Von der bleibenden Härte sind im Allgemeinen 2 bis 3 Grad auf gelöstbleibenden kohlen-sauren Kalk zu rechnen. Die Ursache einer grösseren bleibenden Härte kann eine sehr verschiedene sein. Zunächst wirkt hierauf ein Gehalt des Wassers an Magnesia-Car-

bonat, welches sich beim Kochen fast gar nicht abscheidet; ferner die Gegenwart an Sulphaten, Nitraten und Chlorüren der Erdbasen, sowie endlich die Gegenwart verschiedener organischer Substanzen. Chlorcalcium, bezüglich Chlormagnesium kommen jedoch in hiesiger Gegend so ausnahmsweise und zurücktretend vor, dass wir von ihnen hier absehen können. Meist reicht das Chlor nicht einmal ganz zur Sättigung des Natrium (als Chlornatrium) aus.

Auch die Salpetersäure kann nur für sehr wenige unserer Wasserproben eine merkbare Wirkung auf die bleibende Härte ausgeübt haben, fast nur für Nr. XIIIb. und XVc.

Die Menge der Schwefelsäure dagegen, welche im reinen Tiefgrundwasser, wie in dem Wasser der Ober-Spree meist wenig mehr beträgt, als zur Sättigung der Alkalien — nach Abzug für das Chlor — nöthig ist, hat in einigen unserer Wasserproben entschieden die bleibende Härte gesteigert, z. B. in Nr. IIb B., Vb M. und B., XIIIb; XIa, XIIa. u. s. w. Während aber in dem frischen Wasser die nach Sättigung der Alkalien übrige Schwefelsäure mit Kalk verbunden als Gyps angenommen werden muss, geht sie je nach der Menge des vorhandenen Magniumcarbonats beim Kochen mehr und mehr an Magnesia, unter Ausfällung von Kalkcarbonat.

Durch Verbindungen von Kalk und Magnesia mit organischen Substanzen ist für unsere Wasserproben die bleibende Härte wahrscheinlich wenig merkbar erhöht worden; eine genauere Bestimmung ist nur mit grossem analytischen Aufwand möglich.

Die natürliche Härte unserer Wasserproben variirt zwischen 34,8 Grad (Nr. XXVc. M.) und 4,5 Grad (Nr. Xb. B.); sie setzt sich zusammen aus der bleibenden Härte und der zeitlichen, welche letztere hier durch den beim Kochen ausgefällten kohlen sauren Kalk (einschliesslich einer sehr geringen Menge Magnesia) bedingt ist. Der Gehalt unserer Wasserproben an Kohlensäure, welche durch Kochen ausgetrieben wird, ist so niedrig, dass er bei der saponimetrischen Prüfung unbemerkt bleibt.

Ein Brunnenwasser von 35 Grad natürlicher Härte ist noch nicht unter die harten zu rechnen; es ist allerdings kein angenehmes Waschwasser mehr, kann aber noch ein recht gutes Trinkwasser sein und sogar caeteris paribus seines kräftigen Geschmacks wegen einem weicheren Wasser vorgezogen werden. Speciell aber für die Umgebung Berlins deutet eine von 13 Grad sich wesentlich

entfernende Härte auf lokale Verunreinigung des normalen Tiefgrundwassers.

Auf welchen Ursachen die Zunahme der bleibenden Härte beruht, ist bereits besprochen worden. Die Zunahme der zeitlichen Härte ist vor Allem auf eine lebhaftere Verwesung organischer Substanzen zurückzuführen, als eine reichliche Quelle für Kohlensäure, ohne welche das meteorische Wasser auch aus kalkreichem Diluvium nur wenig Kalk aufnehmen kann.

In kohlenstofffreiem Wasser löst sich nicht mehr Kalkcarbonat, als 3 Grad entspricht, die Kohlensäure, welche aus atmosphärischer Luft unter gewöhnlichen Verhältnissen vom Wasser absorbiert wird, steigert die Löslichkeit von kohlenstoffreichem Kalk bis auf 7,5 Grad (Schlössing). Soviel kohlenstoffreicher Kalk ungefähr ist im Wasser der Berliner Wasserleitung (oder der Ober-Spree) enthalten; durch Magnesia und kochbeständige Kalksalze (Gyps und organische Verbindungen) wird die natürliche Härte auf 11 bis 13 Grad gebracht.

Wenn nun in reinem Tiefgrundwasser hiesiger Gegend durchschnittlich ein fast übereinstimmendes Verhältniss beobachtet wird, so folgt hieraus erstens, dass, gleichviel ob wegen spärlicher Humusdecke oder wegen grosser Lockerheit der obersten Erdschichten, das Meteorwasser bei seinem Uebergang zu Grundwasser in der Regel nicht mehr Kohlensäure aufnimmt, als der Tension der atmosphärischen Kohlensäure entspricht, und zweitens, dass einzelne kohlenstoffreichere und deswegen härtere Wässer einen exceptionellen Ursprung haben. Wiewohl dabei Verwesungsprozesse mitwirken müssen, so bedingen dieselben doch keineswegs eine salubre Schädigung an sich.

Ganz entgegengesetzt dem Vorkommen verhältnissmässig harten Tiefgrundwassers ist auch aussergewöhnlich weiches Wasser angetroffen worden z. B.

Nr. X b, B.	mit 4,5 Grad natürlicher Härte,
„ III a, M.	„ 7,0 „ „ „
„ XII b B. und XV c B.,	„ 7,2 „ „ „
und „ Va, B.	„ 8,5 „ „ „

Besonders bei dem ersterwähnten Tiefgrundwasser muss dem dasselbe bildende Meteorwasser Kohlensäure entzogen worden sein und zwar mit gleichzeitiger Sauerstoffberaubung, so dass das Wasser keine Gelegenheit mehr gefunden hat, Verwesungskohlensäure

zu erzeugen und aufzunehmen. Eine derartige Complication kann durch Torfmoore bewirkt werden.

Die vegetirende Moosdecke verbraucht den Kohlensäuregehalt des Wassers und die tieferen Moorschichten absorbiren den Sauerstoff. Unmittelbar unter dem Moor wird das Wasser arm an Kohlensäure und Sauerstoff sein, aber verschiedene organische Bestandtheile der Moorsubstanz enthalten. Als solches möchte ich z. B. das Mischwasser IIIa, vielleicht auch das Bodenwasser XIIIb ansprechen. Wenn bei weiterer Strömung des Tiefgrundwassers Erdschichten durchdrungen werden, welche organische Substanzen zu binden oder zu zersetzen vermögen, resultirt ein zu gleicher Zeit sehr reines und weiches Wasser; z. B. das Bodenwasser von Nr. Va, das wunderbar weiche Wasser Nr. Xb.

Das Bodenwasser Nr. Va ist etwas ausführlicher analysirt worden (siehe Tabelle B.):

ziehen wir von seiner natürlichen Härte	=	8,5 Grad
und von seiner bleibenden	=	4,2 „
die durch Gyps	=	0,7 „
und durch kohlen saure Magnesia	=	0,6 „

bedingte Härte Summa 1,3 Grad ab,

so erhalten wir für kohlen sauren Kalk

im frischen Wasser = 7,2 Grad

im verkochten „ = 2,9 „

demnach in grösster Uebereinstimmung mit der Seite 646 besprochenen Löslichkeit des kohlen sauren Kalks in reinem Wasser sowohl unter Betheiligung als unter Ausschluss der atmosphärischen Kohlensäure.

Das Bodenwasser Xb ist frisch nur unbedeutend härter als das oben erwähnte Va verkocht.

Bezüglich der organischen Substanz ist bereits angeführt worden, dass zufolge der Bohrmethode die bei weitem zahlreichsten Wasserproben, selbst die vom Boden geschöpften durch feinere und gröbere Humustheile mechanisch verunreinigt waren. Gewiss ist von diesen Stoffen auch etwas in Lösung gegangen und man hat anzunehmen, dass die Bodenwasserproben, wenn sie aus dem Diluvium, dem sie durchgängig entsprungen sind und das wohl wenig andere organische Substanz als einzelne Braunkohlenfragmente einschliesst, unberührt von den seichteren Bodenschichten hätten emporgehoben werden können, einen ganz unerheblichen Gehalt an

organischer Substanz gezeigt haben würden, sowie dass die stärkeren organischen Verunreinigungen des Mischwassers den oberen Bodenschichten entstammen.

Von den letzteren gehören mehre den Süßwassermooren an oder befinden sich wenigstens in ihrer Nachbarschaft und im Bereich ihres Einflusses. Ausser den eigentlichen Humusstoffen, den neutralen wie sauren, enthält Moorwasser geringe Mengen sogenannter flüchtiger Fettsäuren: Ameisensäure und Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure und noch kohlenstoffreichere (vergleiche die Bemerkungen zu Nr XIIIb und XVIIc). Ferner ist Moorwasser oft durch Gehalt an Eisenoxydul ausgezeichnet, das durch organische Substanz aus dem Eisenoxyd des Bodens gebildet wird, mit organischen Säuren oder Kohlensäure, bisweilen auch mit Schwefelsäure in Lösung geht und an der Atmosphäre wieder höher oxydirt als Eisenoxyd sich abscheidet (vergleiche die Bemerkungen zu Nr. VIa, VIIa, IIb, VIIb, XIIIb u. s. w.).

Endlich auch kommen in Moor- und Torfboden harzartige Stoffe vor, welche dem durchsickernden Wasser einen Geschmack nach Theer und Petroleum geben (vergleiche die Bemerkungen zu Nr. VIIa, VIIb und XXIVc).

Bekanntlich ist in Holstein und der Lüneburger Heide der Sandboden stellenweise, wie man annimmt, zufolge vorhandener Torfablagerungen so reichlich mit Asphaltstoffen durchzogen, dass er hierauf technisch verarbeitet wird. In der Umgebung Berlin's sind derartige Anhäufungen meines Wissens noch nicht beobachtet worden, und halte ich ihr Vorkommen auch nicht für wahrscheinlich.

Lebende Organismen sind in den untersuchten Wässern nicht aufgefunden worden, selbst von Diatomeenpanzern ist nur ein einziger angetroffen worden.

Zu dem Inhalt der Tabelle B. ist eine Erläuterung kaum nöthig; sie vervollständigt die Tabelle A. durch Detailbestimmungen des Gehaltes an Kieselsäure, Kalk, Magnesia, Kali und Natron für das Mischwasser Ia und die Bodenwässer IIa, IVa und Va. Dem bereits als ausserordentlich rein erwähnten Wasser Va reihen sich Nr. IIa, Ia und IVa an. Alle zeigen, trotz ihrer gegenseitigen Verschiedenheit, eine grosse Verwandtschaft mit dem Wasser aus dem Versuchsbrunnen am Müggelsee vom 4. December 1872.

Die vorliegenden Mittheilungen über die Beschaffenheit der untersuchten Bohrproben dürften zu dem Schlusse berechtigen, dass

die Umgegend Berlin's im Allgemeinen ein für städtische Wasserversorgung sehr gutes Tiefgrundwasser besitzt. Bei der Anlage von Wasserleitungsbrunnen wird man sich selbstverständlich möglichst fern von dem Bereich des städtischen Grundwassers halten und ebenso die Nachbarschaft grösserer Torfmoore vermeiden. Die Entfernung, auf welche hin die letzteren ihren Einfluss geltend machen können, hängt von mehren Umständen ab, theils von ihrer Tiefe, theils von der Richtung des Grundwasserstromes, theils von der Beschaffenheit des Untergrundes, theils von der Intensität der Wasserentnahme relativ zu der Stärke des Grundwasserstromes; einige Hundert Meter Entfernung sollten nach meinem Dafürhalten genügen, um den ungünstigen Einfluss von Torfmooren bis zum Unmerklichen abzuschwächen.

d) Charakteristik von Bodenproben zu den Bohrversuchen des Herrn Veitmeyer.

Bohrloch		Bestandtheile.	
Nr.	Tiefe.		
III a.	9 bis 10 Meter.	} thonfreier Sand	{ moorig, ohne kohlen-sauren Kalk. einzelne Kalksteinkörner. viel Kalksand.
„	12 „		
„	13 „		
VI a.	1 „ 2 „	} thoniger Sand	{ etwas moorig } ohne kohlen-sauren weniger „ } Kalk.
„	4 „		
IX a.	? „	} thoniger Sand	{ etwas moorig } reich an kohlen-saurem Kalk. weniger „ }
b.	12 „ 13 „		
X.	2 „ 3 „	} thoniger Sand	{ ohne kohlen-sauren Kalk. ziemlich reich an kohlen-sauren Kalk.
„	14 „		
XVI c.	$\frac{3}{2}$ „ $4\frac{1}{2}$ „	} thonfreier Sand	{ ohne kohlen-sauren Kalk.
XXIII c.	1 „ 3 „		
„	5 „		
bei XXV c.	Oberfläche	} thonfreier Sand	{ ohne kohlen-sauren Kalk.
„	3 Meter.		
„	4 bis 5 „	} thonfreier Sand	{ ohne kohlen-sauren Kalk.
aus XXV c.	$6\frac{1}{2}$ „ $8\frac{1}{2}$ „		
			{ sandiger Moorschlamm, reich an kohlen-saurem Kalk.

Kieselinfusorien fanden sich nur in dem Moorschlamm von XXVc; der Oberflächensand bei XXVc war reich an Eisenoxyd.

Die Prüfung einer grossen Anzahl anderer Bohrproben zeigte bei einiger, doch wechselnder Tiefe durchgängig die Gegenwart von Diluvialsand, charakterisirt durch zum Theil sehr starke Einmischung von Kalksand. Sehr bemerkenswerth ist, dass letzterer die Weichheit des Wassers so wenig beeinflusst hat.

Berlin, im März 1873.

gez. Alexander Müller,

#### IV. Das städtische Brunnenwasser.

Als eine der wichtigsten Vorarbeiten zur Entwässerung und Reinigung Berlins galt die Kenntniss des städtischen Brunnenwassers. Obwohl, wie mehrfach hervorgehoben, die chemische Untersuchung eines beliebigen Wassers allein nur ausnahmsweise competent ist, über die sanitären Eigenschaften der fraglichen Einzelprobe ein endgültiges Urtheil abzugeben, so liefert sie doch sehr werthvolle Unterlagen, wenn es sich um eine grössere Anzahl von Wasserproben handelt, welche von verschiedenen Punkten einer bestimmten Oertlichkeit entnommen sind.

In derartigen Fällen muss das Augenmerk darauf gerichtet sein, dasjenige Wasser aufzufinden, welches für die betreffende Gegend als Normalwasser d. h. als das in seiner Zusammensetzung nur von der geognostischen Beschaffenheit des betreffenden Ortes abhängige Tiefgrundwasser hinzustellen ist. Hat man ferner auch die Zusammensetzung des örtlichen Flusswassers erforscht und zwar in Proben, welche möglichst gegen zufällige Verunreinigung geschützt waren — so hat man einen recht zuverlässigen Maassstab, wonach über die Beschaffenheit der gewöhnlichen Brunnen geurtheilt werden kann.

Darüber, was man als Berliner Normalwasser zu betrachten habe, waren bei Beginn meiner Untersuchungen noch gar keine Unterlagen beschafft worden. Die ersten Proben von Tiefgrundwasser sind meines Wissens von Professor Finkener analysirt worden (vergl. Vorarbeiten zu einer künftigen Wasser-Versorgung der Stadt Berlin von L. A. Veitmeyer, Berlin, Verlag von Dietrich Reimer, 1871), doch waren dieselben an Stellen und unter Umständen entnommen worden, welche eine volle Gewähr dafür, dass sie ächtes und unverändertes Tiefgrundwasser wären, nicht geben.

Dagegen war das Flusswasser (der Spree, Havel und mehrer Bäche, sowie aus mehren benachbarten Seen) im rohen Zustande wie nach Filtrirung (als städtisches Wasserleitungswasser) bereits mehrfach untersucht worden, und ebenso lagen Analysen von einer ziemlichen Anzahl städtischer Brunnenwässer vor, theils älteren, theils neueren Datum's. (Vergl. das oben angeführte Werk, ferner Dr. O. Reich's: Die Salpetersäure im Brunnenwasser, Berlin 1868; und Dr. O. Ziureck's: Die Brunnenwässer\*), Wasserläufe und Bodenverhältnisse Berlins, Berlin 1869.)

Von einer Untersuchung sämmtlicher Berliner Brunnen konnte selbstverständlich keine Rede sein, denn ihre Zahl betrug wohl bereits mehr als 15000. Nachdem ich mich während des Winters 1870 an einigen von Dr. Reich und Dr. Ziureck bereits analysirten Brunnen über den Charakter des Berliner Brunnenwassers etwas orientirt hatte, schien es mir von Wichtigkeit, während der milderen Jahreszeit zunächst eine grössere Anzahl Brunnen nach bestimmten Diagonalen des Weichbildes zur Prüfung vorzunehmen, um einen Ueberblick über das ganze hydrognostische Gebiet zu gewinnen. So sind die nachverzeichneten Uebersichtsanalysen entstanden. Sie führten zur Feststellung des Berliner Normalwassers (siehe oben Seite 545 ff.). Nebenher sind einige städtische Brunnenwässer theils ausführlicher, theils wiederholt untersucht worden; die Resultate werden sich weiter unten anschliessen. Meine Beiträge zur Kenntniss des Flusswassers vor Berlin, in und unterhalb der Stadt sind bereits vorausgeschickt. (Siehe oben S. 573 ff.)

#### A. Uebersichtsanalysen vom Berliner Brunnenwasser 1870.

(Hierzu Tabell A. S. 656.)

Aus nahe liegenden Gründen habe ich vorwaltend Strassenbrunnen untersucht. Die Hereinziehung von mehr oder weniger privaten Brunnen hat stattgefunden theils zur Completirung bestimmter Recognoscirungslinien (z. B. des Hofbrunnens Reinickendorfer-Strasse Nr. 2, weil der benacharte Strassenbrunnen am Tage der

---

\*) Die von Dr. Reich veröffentlichten ausführlichen Analysen von Berliner Brunnenwasser sind auch in die Ziureck'sche Zusammenstellung aufgenommen worden, aber mit zum Theil bis zur Vertauschung der Brunnennummer gehenden Abweichungen. Da die Analysen aus Dr. Ziureck's Laboratorium stammen, sind sie ohne eine Erklärung jener Widersprüche kaum brauchbar.

Probenahme kein Wasser gab), theils wegen der sanitären Bedeutung (z. B. in Casernen und Schulhöfen), theils wegen der durch sie aufgeschlossenen Bodentiefen (z. B. in den tiefen Braubrunnen an der Südseite des städtischen Weichbildes), theils wegen des Gegensatzes von Strasse und Hof oder Garten (z. B. in Schwendy's Universum, im Carlsgarten, auf dem Jerusalemer Kirchhof u. s. w.), theils auch zur Beobachtung der mit Bebauung eintretenden Veränderungen (z. B. Elisabeth-Ufer Nr. 27).

Die Lage der analysirten Brunnen ist aus dem angeführten Namen der Strassen oder Plätze und aus der städtischen Grundstücksnummer zu ersehen, bei den öffentlichen Brunnen ausserdem aber soweit möglich durch die officiellen Nummern (Combination der Nummer des Polizeireviers und der Brunnen in dem betreffenden Polizeirevier) bezeichnet worden.

Der locale Gang meiner Untersuchungen war folgender:

Im Mai: Umgegend des Oranienplatzes;

- den 7. Juni: Bellevue-, Leipziger-, Kommandanten- und Oranien-Strasse;
- den 10. Juni: Belle-Alliance-, Friedrich-, Chaussee- und Reinickendorfer-Strasse;
- den 30. Juni: Dorotheen-, Heilige-Geist-, Stralauer-, Holzmarkt-Strasse, Stralauer-Platz, Mariannen- und Elisabeth-Ufer;
- den 12. Juli: Cottbusser-Damm-, Hasenhaide-, Admiral- und SO. Dresdner-Strasse;
- den 30. Juli: Brunnen-, Rosenthaler-, Neue Friedrich-Strasse, Königliches Hauptschloss, Breite-, NW. Dresdner-Strasse;
- den 15. August: Greifswalder-, Neue und Alte Königs-Strasse, Königliches Hauptschloss, Brüder-, Linden-Strasse und Belle-Alliance-Platz;
- den 24. August: Nachbarschaft des Wasserthors und Oranienplatzes;
- den 1. September: Haide-Strasse, Neues Thor, Oranienburger-, Münz- und Alexander-Strasse;
- den 2. September: Hasenhaide;
- den 21. September: Köpnicker-, Stralauer-, Kaiser-, Grosse Frankfurter-, Boxhagener-Strasse, Stralauer-Platz und Mariannen-Ufer;
- den 28. September: Belle-Alliance-Strasse und Nachbarschaft;
- den 5. und 6. October: Leipziger- und Bellevue-Strasse, Dorotheen- und Molken-Strasse;

den 2. November: Kommandanten-, Friedrich-, Chaussee- und Reickendorfer-Strasse.

Es sind also die Brunnen nicht nur zu verschiedenen Zeiten untersucht worden, sondern auch mit solcher gegenseitigen Verknüpfung der einzelnen Reihen, dass daraus der Einfluss der Zeit stetig abgeleitet werden kann.

Die Probenahme hat in der weitaus grössten Mehrzahl der Fälle unter meiner persönlichen Betheiligung stattgefunden; die Beobachtung der Wassertemperatur ist ausschliesslich durch mich erfolgt und zwar unmittelbar nach der Entnahme, ausser bei den Proben vom 28. September, welche erst bei der Ablieferung in's Laboratorium, etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde nach der Aufpumpung, thermometrisch untersucht worden sind; da sie aber gut isolirt gehalten waren und ihre Temperatur von derjenigen der Luft wenig abwich, so werden die verzeichneten Wassertemperaturen nicht wesentlich von den wirklichen verschieden sein.

Wenn das frisch geschöpfte Wasser nicht ganz klar war, so ist solches besonders angemerkt worden.

Beim Stehen setzten die Wasserproben Kalkspathkrystalle ab, vorwaltend natürlich die harten Wässer.

In den bald schwärzlichen, bald bräunlichen Flöckchen, welche, allerdings in wechselnder Menge, aus fast allen Wässern sich abscheiden, fand sich verschiedener organischer Detritus wie Holzcellen und Algenfäden, aber auch eine grosse Mannigfaltigkeit von Organismen wie Diatomeen, Desmidiaceen, Mikrokokkus, verschiedene sogenannte Infusionsthierchen z. B. Amöben, Paramecium u. s. w.

Da bei der Construction der Berliner Pumpbrunnen die analytischen Wasserproben nur durch Abpumpen zu erlangen waren, bleibt es unentschieden, wie viel von den organischen und organisirten Beimengungen aus dem Brunnenkessel, wie viel aus dem dem Rinnstein meist unmittelbar benachbarten Pumpenstock stammt. Bemerkenswerther erscheint mir die Beobachtung, dass die durch Verdampfen auf dem Wasserbade concentrirten Wasserproben zum Schimmeln geneigt waren, was auf Rechnung der organischen Substanz zu setzen ist.

Die Bestimmung der „natürlichen, zeitlichen und bleibenden Härte“ ist auf der Basis der Clark'schen Methode so ausgeführt worden, dass 1 Grad einem Fünftel Milliatom (nach den alten Atomgewichten, wenn 1 Milliatom H = 1,0 Milligramm) oder 10

Milligramm kohlen saurem Kalk im Liter Wasser, also auch 10 Millionteln entspricht.

Die natürliche Härte ist gewöhnlich unmittelbar nach Ankunft der Wasserproben im Laboratorium bestimmt worden, also gewöhnlich innerhalb weniger Stunden nach der Entnahme.

Die „bleibende Härte“ wird bekanntlich die Härte des gekochten Wassers genannt und pflegt man für deren Ermittlung das Wasser  $\frac{1}{2}$  Stunde im Sieden zu erhalten mit Wiederersatz des verkochten Wassers. Da aber jedenfalls die Härteabnahme („die zeitliche Härte“) weniger mit der Dauer der Erwärmung als vielmehr mit deren Intensität zusammenhängt, so habe ich die Menge der Dampfbildung für ein sicheres Kriterium erachtet, als die Zeit der Erhitzung. Nachdem die Wasserproben vom 16. Mai mit Zusatz von 20 Procent und diejenigen vom 27. Mai, sowie vom 7. und 10. Juni mit Zusatz von 30 Procent destillirtem Wasser auf das ursprüngliche Volumen verkocht worden waren, sind die späteren Wasserproben insgesamt in entsprechend grossen Reagircyllindern von 150 CC. auf 100 CC. verkocht und ist deren „scheinbare“ bleibende Härte dann durch Multiplication mit  $\frac{2}{3}$  auf die in den Tabellen verzeichnete „wirkliche“ umgerechnet worden.

Von der bleibenden Härte schreibt man bis jetzt etwa 3 Grad dem in Lösung verbliebenen kohlen sauren Kalk zu. Es handelt sich aber, wie mich besondere Versuche belehrt haben, nicht um die Auflöslichkeit von neutralem Carbonat in reinem Wasser, sondern um diejenige von mehr oder weniger saurem Carbonat in Salzlösungen, sowie ganz besonders um die Gegenwart von Magnesiumcarbonat, welches durch Kochen wenig berührt wird, und habe ich deshalb eine Correction für die Härte, welche dem verdampften Wasser im tropfbaren Zustande zugehören würde, nicht angebracht. Nebenbei sei bemerkt, dass die „zeitliche Härte“ d. h. die Differenz der natürlichen und bleibenden, entgegengesetzt der gebräuchlichen Annahme, nicht allein auf Rechnung des abgeschiedenen doppeltkohlen sauren Kalkes zu setzen ist, sondern dass beim Verkochen auch eine wechselnde, bisweilen nicht ganz unbedeutende Menge Magnesia ausfällt.

Die Voraussetzung, dass die vorhandene Magnesia immer mit Schwefelsäure verbunden sei, ist längst als eine ganz unhaltbare zurückgewiesen worden.

Der Gehalt an Schwefelsäure ist anfänglich versuchsweise nach

der französischen Methode (Zusatz von Chlorbarium und Differenztitrirung mittelst Seifenlösung) bestimmt worden, später, da diese Methode nur ausnahmsweise zuverlässige Resultate giebt, mittelst der Chromsäuremethode, in beiden Fällen aber, mit nur wenigen Ausnahmen, unter Controlirung durch Chlorbariumtitrirung, wobei die Menge des Brunnenwassers nach dem annähernd gefundenen Schwefelsäuregehalt gewählt wurde.

Für die Bestimmung des Chlorgehaltes diente die ebenso bequeme als genaue Mohr'sche Silbertitrirung mit Chromsäure als Indicator; auch hier wurden bei geringem Gehalt grössere Wassermengen, bis 500 CC., mit entsprechender Einengung verwendet.

Die in der Rubrik der Salpetersäuremilliontel eingeführten Zahlen verdanke ich zum Theil der ausgezeichneten Güte des (leider zu früh verstorbenen) Herrn Professor Fr. Schulze in Rostock, welcher die dahin gesandten Wasserpräparate nach seiner vorzüglichen Methode (volumetrische Messung des aus der Salpetersäure erzeugten Stickoxyds) analysirt hat.

Die in Worten ausgedrückten Schätzungen basiren auf die Stärke der Reaction, welche mir die, wenige Cubikcentimeter betragenden Verdampfungsrückstände von 50 CC. frischem Wasser mit Schwefelsäurehydrat und Eisenvitriol gegeben haben und entspricht

„übermässig“	wenigstens	400	Milliontel Salpetersäure,
„sehr viel“	etwa	300	„ „
„viel“	„	200	„ „
„ziemlich viel“	„	150	„ „
„mässig“	„	100	„ „
„kaum mässig“	}	60	„ „
„nicht wenig“			
„wenig“	„	40	„ „
„sehr wenig“	„	20	„ „
„Spur“	„	10	„ „
„kaum Spur“	weniger als	10	„ „

Wo es sich um so geringe Salpetersäuremengen handelt wie im Berliner Normalwasser (z. B. aus dem tiefen Brunnen der Bergbrauerei) oder im Flusswasser, bediene ich mich zur Schätzung der Brucinreaction.

Tabelle A.

Das städtische  
Uebersichtsanaly

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Fortlaufende Nummer	Tag der Probenahme.	Hausnummer.	Strasse oder Platz.	Brunnennummer.	Temperatur nach Celsius.
1.	Mai 16.	54.	Oranien-Strasse . . . . .	42/3.	—
2.	"	"	W. Oranien-Platz . . . . .	42/1—2.	—
3.	"	23a.	Oranien-Strasse . . . . .	43/15—16.	—
4.	"	5.	Dresdner " . . . . .	25/2.	—
5.	"	27.	Elisabeth-Ufer . . . . .	Hof.	—
6.	27. Mai	70.	Wasserthor-Strasse . . . . .	"	—
7.	"	1.	Britzer Strasse . . . . .	"	—
8.	"	123.	Dresdner " . . . . .	"	—
9.	"	72.	Naunyn " . . . . .	25/5.	—
10.	"	56.	desgl. " . . . . .	25/7.	—
11.	7. Juni	—	Lenné- und Bellevue-Strasse . . . . .	33/5—6.	—
12.	"	137.	Leipziger Strasse . . . . .	37/27.	—
13.	"	1.	" " . . . . .	37/26.	—
14.	"	13.	" " . . . . .	37/21.	—
15.	"	102.	" " . . . . .	38/19.	—
16.	"	89.	" " . . . . .	38/3.	—
17.	"	35.	Jerusalemmer " . . . . .	40/14.	—
18.	"	80.	Leipziger " . . . . .	40/15.	—
19.	"	68.	Linden " . . . . .	39/1.	—
20.	"	43.	Alte Jacob " . . . . .	28/9.	—
21.	"	42.	Alexandrinen Strasse . . . . .	28/8.	—
22.	"	88.	" " . . . . .	28/7.	—
23.	"	136.	Oranien-Strasse . . . . .	28/15.	—
24.	"	—	W. Oranien-Platz . . . . .	42/1—2.	—
25.	10. Juni	—	Bergmann-Strasse . . . . .	31/1—2.	10,2
26.	"	—	Baruther " . . . . .	31/11—12.	11,0
27.	"	107.	Belle-Alliance-Strasse . . . . .	31/9—10.	10,8
28.	"	22.	" Platz . . . . .	35/15—16.	9,7
29.	"	22a.	Friedrich-Strasse . . . . .	35/33.	12,2
30.	"	47.	" " . . . . .	36/27.	12,2
31.	"	102.	Leipziger " . . . . .	38/19.	12,3
32.	"	—	Tauben " . . . . .	38/12.	?
33.	"	—	Behren " . . . . .	2/37.	?
34.	"	87.	Dorotheen " . . . . .	3/9.	11,3
35.	"	—	Carl " . . . . .	6/7.	10,8
36.	"	—	Chaussee " . . . . .	7/13—14.	10,5
37.	"	80.	" " . . . . .	7/5—6.	10,7

Brunnenwasser.  
sen vom Jahre 1870.

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Grade.						Milliontel.				Bemer- kungen.
Härte			Schwefelsäure.	Chlor.	Salpetersäure.	Schwefelsäure.	Chlor.	Salpeter- säure.	Ammoniak.	
natürliche	zeitliche.	bleibende.								
89	35,2	53,8	33,6	26,0	—	269	185	viel	—	
50	22	28	9,5	8,8	—	76	62	wenig	—	
77,5	31,5	46,0	23,6	22,1	—	189	157	Spur	—	
85	30,6	54,4	36,2	25,6	—	290	182	viel	—	
61,5	10,9	50,6	17,3	4,25	—	138	30,0	wenig	—	
77,3	25,1	52,2	31,8	23,6	13,0	254	168	141	—	
85,7	26,8	58,9	54,6	15,8	10,8	437	112	116	—	
88,0	42,8	45,2	37,7	31,7	8,4	302	225	91	—	
53,8	23,9	29,9	19,0	12,5	3,8	152	89	41	—	
64,7	26,6	38,1	23,7	8,8	1,7	190	62	18	—	
47,9	26,8	21,1	19,2	8,1	2,5	154	58	265	—	
67,0	38,0	29,0	15,4	21,3	17,9	123	151	193	—	
79,7	32,1	47,6	15	28,2	—	120	200	sehr viel.	—	
44,7	24,1	20,6	2,2	10,3	—	18	73	mässig.	—	
34,8	23,0	11,8	5,4	6,1	—	43	43	Spur.	—	
50,9	34,8	16,1	10,9	14,1	—	87	100	ziemlich viel.	—	
34,7	28,3	6,4	2,7	8,7	1,9	22	62	21	—	
35,7	24,6	11,1	3,3	7,9	—	26	56	mässig.	—	
56,4	29,9	26,5	18,2	19,4	—	146	138	kaum mässig.	—	
56,4	27,5	28,9	14,5	13,2	6,9	116	94	75	—	
78,5	29,4	49,1	40,3	14,9	—	322	106	mässig.	—	
87,2	37,2	50,0	37	14,1	—	296	100	viel.	—	
91,7	34,8	56,9	48	13,7	17,0	384	97	184	—	
45,3	28,6	16,7	9,5	10,7	—	76	76	Spur.	—	
67,5	27,9	39,6	24	13,3	10,9	192	94	118	rostfarb. trüb.	
100,0	41,5	58,5	53	23,8	—	424	169	sehr wenig.	opalescirend.	
48,8	21,0	27,8	22,8	8,8	1,4	182	62	15	—	
60,2	34,2	26,0	18,3	14	13,0	146	99	141	—	
73,2	47,0	26,2	28,5	22,3	—	228	158	nicht wenig.	milchig.	
85,4	40,9	44,5	43	24,5	—	344	174	mässig.	—	
34,6	21,8	12,8	6,2	6,3	1,3	50	45	14	opalescirend.	
54,2	25,7	28,5	14,5	13,9	5,6	116	99	60	—	
50,5	35,9	14,6	?	5,8	—	?	41	—	trüblich.	
42,9	29,5	13,4	9,2	14,5	1,1	74	103	12	milchig.	
64,4	34,2	30,2	22,6	16	7,0	181	114	76	—	
69,0	27,5	41,5	28,5	15,3	—	228	109	ziemlich viel.	—	
42,1	10,3	31,8	23,3	9,5	2,9	186	67	31	—	

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Fortlaufende Nummer	Tag der Probenahme.	Hausnummer.	Strasse oder Platz.	Brunnennummer.	Temperatur nach Celsius.
38.	10. Juni.	71.	Chaussee-Strasse . . . . .	8/1—2.	10,0
39.	„	2.	Reinickendorfer-Strasse . . . . .	Hof.	8,7
40.	„	7a.	Gneisenau-Strasse . . . . .	„	—
41.	„	„	„ „ . . . . .	„	—
42.	30. Juni.	47.	Dorotheen-Strasse . . . . .	3/16.	11,8
43.	„	58.	„ „ . . . . .	3/14.	14,8
44.	„	87.	„ „ . . . . .	3/9.	12,5
45.	„	—	„ (vis-à-vis Bauhof)	2/22—23.	9,3
46.	„	—	Museum . . . . .	2/35.	11,3
47.	„	11.	Heilige-Geist-Strasse . . . . .	14/29.	14
48.	„	—	Molken-Strasse . . . . .	21/1.	11,8
49.	„	—	Stralauer- und Waisen-Strasse . . . . .	21/35.	10
50.	„	70.	Holzmarkt-Strasse . . . . .	22/7.	11,8
51.	„	52.	„ „ . . . . .	22/9.	13,5
52.	„	—	Stralauer-Platz . . . . .	45/2.	11,3
53.	„	—	Mariannen-Ufer . . . . .	43/1—2.	11,8
54.	„	—	Oestl. Oranien-Platz . . . . .	25/6.	11
55.	„	27.	Elisabeth-Ufer . . . . .	Hof.	11,8
56.	12. Juli.	—	Cottbusser-Damm, Ecke der Schinke-Strasse . . . . .	„	11,5
57.	„	—	Carls Garten, am Schiessstand . . . . .	Garten.	12,0
58.	„	—	Gratweilsche Brauerei . . . . .	Hof.	10,0
59.	„	—	Happoldt's Brauerei . . . . .	„	10,0
60.	„	—	Hasenhaide-Strasse . . . . .	31/5—6.	10,0
61.	„	—	Jerusalem Kirchhof . . . . .	—	9,5
62.	„	—	Caserne des Kaiser-Franz-Grenadier-Regiments . . . . .	Hof, SW-Ecke.	12,0
63.	„	—	Hasenhaide-Strasse . . . . .	31/15—16.	10,5
64.	„	—	Erziehungshaus . . . . .	S. Hof.	12,0
65.	„	5.	Dresdener-Strasse . . . . .	25/2.	11,3
66.	„	—	Admiral- „ . . . . .	25/10—11.	11,3
67.	„	—	Bergbrauerei . . . . .	Garten.	9,0
68.	30. Juli.	—	Ecke der Stralsunder- und Brunnen-Strasse . . . . .	46/3—4.	11,0
69.	„	—	Ecke der Rheinsberger- und Brunnen-Strasse . . . . .	46/7—8.	14,0
70.	„	29.	Brunnen-Strasse (Universum) . . . . .	Hof.	9,8
71.	„	25.	Brunnen-Strasse . . . . .	46/13—14.	11,2
72.	„	—	Rosenthaler-Thor . . . . .	12/5.	10,9

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Grade.						Milliontel.				Bemerkungen.
Härte			Schwefelsäure.	Chlor.	Salpetersäure.	Schwefelsäure.	Chlor.	Salpetersäure.	Ammoniak.	
natürliche	zeitliche.	bleibende.								
63,4	30,7	32,7	18,5	21	—	148	149	sehr viel.	—	
58,0	25,8	32,2	27,3	16	16,8	218	114	181	—	
54,4	25,4	29	17	10,5	—	136	74,6	sehr wenig.	—	
68,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
76,9	41,0	35,9	20	14,1	15,6	160	100	169	—	opalescirend.
37,0	24,2	12,8	10,6	6,3	—	85	45	sehr wenig.	—	
39,6	32,8	6,8	11,5	14,1	—	92	100	kaum Spur.	—	
68,2	43,2	25,0	18,9	9,5	3,6	151	67,5	39	—	
93,2	65,1	28,1	18	17,2	—	144	122	ziemlich viel.	—	
32,7	13,5	19,2	10	7,3	—	80	52	Spur.	—	
30,8	20,5	10,3	2,7	7,2	3,2	21,6	51	35	—	
30,8	21,2	9,6	5,4	6,9	—	43	49	sehr wenig.	—	
71,1	19,9	51,2	32,5	11,9	18,6	260	84,5	201	—	
51,9	34,0	17,9	14,6	7,6	—	117	54	mässig.	—	
72,1	22,1	50,0	32	11,4	18,8	266	81	203	—	
67,8	34,6	33,2	35,3	10,5	—	282	75	ziemlich viel.	—	
45,7	20,7	25,0	18,2	6,5	—	146	46	Spur.	—	
55,3	18,2	37,1	30,5	3,7	—	244	26	kaum mässig.	—	
66,6	27,3	39,3	45,5	14,4	—	364	102	mässig.	—	
23,7	19,0	4,7	4,9	1,4	—	39	10	fast frei kaum Spur.	—	
23,3	12,0	11,3	6,8	6,2	—	54	44	sehr wenig.	—	
16,2	12,5	3,7	6,1	1,7	—	49	12	Spur.	—	
18,3	3,8	14,5	7,0	6,7	—	56	48	sehr wenig.	—	
39,8	18,4	21,4	7,2	5,35	14,3	58	38	154	—	
34,6	13,1	21,5	7,4	3,5	13,6	59	25	147	—	
25,5	4,4	21,1	7,4	13,3	22,8	59	94	247	—	
28,3	9,4	18,9	10,0	6,5	—	80	46	kaum mässig.	—	
62,3	29,3	33,0	26,5	21,3	16,5	212	151	178	—	
47,9	24,2	23,7	17,0	7,8	—	136	55	ziemlich viel.	—	
19,5	9,5	10,0	4,9	1,45	—	39	10	zweifelhafte Spur.	—	
37,2	23,0	14,2	8,6	3,7	—	68,8	26,3	sehr wenig.	0,25	
47,1	24,3	22,3	15,9	8,7	—	127,2	61,8	kaum Spur.	0,22	
44,2	15,2	19,0	12,7	6,1	—	102	43,3	wenig.	0,17	
44,7	13,7	26,0	12,2	8,9	—	97,6	63,2	ziemlich viel.	0,17	
47,4	26,0	21,4	21,2	11,9	11,9	169,6	84,5	129	0,17	

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Fortlaufende Nummer	Tag der Probenahme.	Hausnummer.	Strasse oder Platz.	Brunnennummer.	Temperatur nach Celsius.
74.	„	—	Haak'scher-Markt . . . . .	13/9—10.	15,5
75.	„	46.	Neue Friedrich-Strasse . . . . .	14/35.	10,9
76.	„	—	Königliches Schloss . . . . .	NO.-Hof.	11,5
77.	„	—	„ „ „ „ „ „ „	SW. „	12,2
78.	„	—	Köllnisches Rathhaus . . . . .	1/15.	12,5
79.	„	—	Wall-Strasse . . . . .	27/7.	11,8
80.	„	75.	Dresdner-Strasse . . . . .	27/1—2.	13,0
81.	„	106.	„ „ „ „ „ „ „	29/5.	16,6
82.	„	21.	„ „ „ „ „ „ „	29/1.	12,0
83.	6. August.	—	„ „ „ „ „ „ „	29/2.	?
84.	„	—	W. Oranien-Platz . . . . .	42/1—2.	?
85.	15. August.	—	Greifswalder-Strase . . . . .	18/16—17.	11,0
86.	„	—	„ „ „ „ (vis-à-vis der Bartholomäus-Kirche . . . . .	18/14—15.	11,8
87.	„	21.	Neue König-Strasse . . . . .	18/8.	13,0
88.	„	46.	Alexander-Strasse (Platz) . . . . .	20/1.	12,4
89.	„	28.	Kloster-Strasse . . . . .	21/40—41.	12,1
90.	„	11.	Heilige-Geist-Strasse . . . . .	14/29.	14,7
91.	„	—	Königliches Schloss . . . . .	SW.-Hof.	13,5
92.	„	—	„ „ „ „ „ „ „	NO. „	13,0
93.	„	9.	Brüder-Strasse . . . . .	1/7.	11,8
94.	„	1.	Wall „ „ „ „ „ „ „	40/12—13.	12,9
95.	„	34.	Schützen „ „ „ „ „ „ „	39/2.	11,0
96.	„	10.	Junker „ „ „ „ „ „ „	39/8.	13,9
97.	„	14.	Linden „ „ „ „ „ „ „	35/6.	17,7
98.	„	22.	Belle-Alliance-Platz . . . . .	35/15—16.	17,3
99.	1. August.	—	Tivoli-Brauerei . . . . .	Hof.	?
100.	„	—	Tempelhoferfeld . . . . .	Feld.	ca. 11,0
101.	20. August.	7a.	Gneisenau-Strasse . . . . .	Hof.	?
102.	22. August.	—	Hasenhaide, Bergbrauerei . . . . .	Garten.	?
103.	„	—	„ Happoldt's Brauerei . . . . .	Hof.	?
104.	24. August.	70.	Wasserthor-Strasse . . . . .	Hof.	14,5
105.	„	4.	„ „ „ „ Schulhaus . . . . .	„	13,0
106.	„	1.	Britzer-Strasse . . . . .	„	12,5
107.	„	—	Admiral „ „ „ „ „ „ „	25/10—11.	11,5
108.	„	5.	Dresdner „ „ „ „ „ „ „	25/2.	12,2
109.	„	123.	„ „ „ „ „ „ „	Hof.	13,2
110.	„	23a.	Oranien „ „ „ „ „ „ „	43/15—16.	14,4
111.	„	10.	Adalbert „ „ „ „ „ „ „	25/8.	13,1
112.	„	56.	Naunyn „ „ „ „ „ „ „	25/7.	11,8
113.	„	—	Oranien-Platz NO. . . . .	25/6.	12,7

7.	8.	9.	10.	11.	12.	Grad e.		Milliontel.		17. Bemer- kungen.					
						Härte		Schwefelsäure.	Chlor.		Salpetersäure.	Schwefelsäure.	Chlor.	Salpeter- säure.	Ammoniak.
						natürliche	zeitliche.								
33,3	17,2	21,1	12,4	12,1	—	99,2	86,0	viel, bis	sehr viel.	0,25	schmutzig, braun				
33,5	24,1	9,4	2,4	9,7	—	19,2	68,9	keine	Spur.	56					
38,4	26,6	11,8	2,8	9,8	6,4	22,4	69,6	69		0,12					
37,2	24,2	13,0	6,0	2,9	3,0	48,0	20,6	32		0,07	schmutzig, bräunl. faserig-milchig.				
35,7	24,0	11,7	7,7	6,7	1,8	61,6	47,6	20		18,0					
44,6	31,3	13,3	2,1	14,2	—	16,8	100,8	nichts.		19					
33,5	23,3	10,2	2,5	10,6	—	20,0	75,3	kaum	Spur.	0,36	schmutzig. trüb. bräunl. getrübt.				
41,3	27,3	14,0	11,7	7,8	—	93,6	55,4	mässig.		1,2					
42,8	22,9	19,9	8,2	7,9	—	65,6	56,1	ziemlich	viel.	0,36					
39,5	26,9	12,6	3,7	9,5	—	29,6	67,5	sehr	wenig.	14	schmutzig. trüb. bräunl. getrübt.				
42,4	33,8	8,6	3,4	9,5	—	27,0	67,5	Spur.		18,7					
49,6	39,1	10,5	?	9,9	—	?	70,3	?		3,1					
63,7	27,1	36,6	19,5	23,2	17,0	156	165	183		0,15	trüb.				
106,4	44,9	61,3	22,9	35,5	39,8	183	252	430		0,13					
45,5	21,9	23,6	11,3	7,6	—	90	54	sehr	wenig.	0,08					
53,3	22,6	30,7	13,3	14,4	—	106	102	mässig.		0,13	trüb.				
44,3	32,4	11,9	3,7 <sup>5</sup>	7,6	—	30	54	Spur.		4,4					
56,8	44,9	11,9	4,9	7,9	—	39	56	wenig.		1,3					
42,4	30,9	11,5	4,4	6,0	—	35	43	ziemlich	viel.	18,5	milchig.				
40,7	27,7	13,0	5,8	2,9	—	46	21	sehr	wenig.	0,35					
53,6	41,8	11,8	5,5	10,3	—	44	73	kaum	Spur.	1,9					
32,9	21,0	8,9	3,0	5,7	—	24	40	ziemlich	viel.	2,9	milchig.				
57,4	34,1	23,3	18,4	15,8	—	147	112	kaum	mässig.	0,08					
69,4	15,2	54,2	29,0	21,6	23,1	232	153	250		0,15					
65,4	37,4	28,0	19,7	20,7	4,6	158	147	50		0,15	milchig.				
54,2	31,2	23,0	7,0	14,4	9,8	56	102	106		0,11					
22,7	10,7	12,0	5,0	1,5	—	40	10,3	deutliche	Spur.	kaum Spur.					
17,7	9,9	7,8	4,9	0,8	—	39	5,9	schwache	Spur.	kaum Spur.	milchig.				
62,2	25,5	36,7	—	—	—	—	—	mässig.		3,0					
20,0	—	—	—	—	—	—	—	nichts.		kaum Spur.					
45,0	—	—	—	—	—	—	—	?		?	milchig.				
81,3	38,5	42,8	32	18,5	—	256	131	sehr	viel.	2,25					
58,2	21,0	37,2	22	7,9	—	176	56	wenig.		1,25					
81,3	16,0	65,3	44	11,5	—	352	82	sehr	wenig.	0,37	milchig.				
55,5	25,1	30,4	16	7,3	—	128	52	Spur.		0,03					
64,4	33,5	30,9	25	19,7	—	200	140	ziemlich	viel.	0,45					
83,8	41,8	42,0	32	25,5	—	256	181	viel.		0,15	milchig.				
66,2	22,7	43,5	16	15,4	—	128	109	ungewöhnl.	viel.	0,30					
55,1	24,2	30,9	14	6,4	—	112	45,4	Spur.		0,33					
63,0	32,0	31,0	19	8,9	—	152	63	Spur.		0,15	milchig.				
61,5	29,3	32,2	16	7,1	—	128	50	kaum	mässig.	0,15					

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Fortlaufende Nummer	Tag der Probenahme.	Hausnummer.	Strasse oder Platz.	Brunnennummer.	Temperatur nach Celsius.
114.	24. August.	54	Oranien-Strasse . . . . .	42/3.	15,3
115.	„	27	Elisabeth-Ufer . . . . .	Hof.	13,8
116.	1. September.	—	Ulanen-Kaserne . . . . .	Hof, Mittelgebäude.	11,0
117.	„	—	Haide-Strasse. . . . .	4/9—10.	12,6
118.	„	—	Nenes Thor . . . . .	7/7—8.	12,3
119.	„	—	Chaussee-Strasse . . . . .	7/13—14.	12,0
120.	„	—	Oranienburger-Strasse . . . . .	6/20.	12,8
121.	„	—	„	6/16.	15,3
122.	„	—	Haak'scher Markt . . . . .	13/9—10.	14,3
123.	„	—	Münz-Strasse . . . . .	16/2.	13,5
124.	„	—	Alexander-Platz . . . . .	20/1.	12,2
125.	„	—	Alexander-Strasse (Arbeitshaus) . . . . .	Vorderhof.	11,2
126.	„	—	„	20/18.	11,2
127.	2. September	—	Hasenhaide (Erziehungshaus) . . . . .	S.-Hof.	13,0
128.	„	—	Hasenhaide-Strasse . . . . .	31/15—16.	12,0
129.	„	—	„	31/5—6.	10,2
130.	„	—	Jerusalem Kirchhof . . . . .	am Hause.	10,6
131.	„	—	Kaiser-Franz-Grenadier-Caserne . . . . .	Hof.	12,5
132.	„	—	Kaiser-Franz-Grenadier-Caserne . . . . .	SW. Ecke, Garten, S.-Seite.	14,7
133.	21. Septbr.	112	Köpnicker-Strasse . . . . .	26/2.	12,5
134.	„	—	Köpnicker-Platz . . . . .	26/1.	14,1
135.	„	3	Stralauer-Strasse . . . . .	21/35.	11,0
136.	„	70	Holzmarkt . . . . .	22/7.	12,9
137.	„	8	„	22/9.	14,0
138.	„	52	„	22/9.	14,0
139.	„	37	Kaiser-Strasse . . . . .	20/15.	12,3
140.	„	59	Grosse Frankfurter-Strasse . . . . .	20/25—26.	12,9
141.	„	—	desgleichen . . . . .	23/8—9.	13,0
142.	„	—	desgleichen . . . . .	Schulhof.	11,3
143.	„	—	Frankfurter Thor . . . . .	44/1.	13,3
144.	„	—	Frankfurter-u. Boxhagener-Strasse . . . . .	44/7—8.	12,3
145.	„	—	Stralauer-Platz . . . . .	45/1—2.	13,7
146.	„	—	Mariannen-Ufer . . . . .	43/1—2.	13,2
147.	„	—	Bethanien . . . . .	vor dem Waschhaus	16,5
147.	24. Septbr.	—	Ecke der Nostiz- und Gneisenau-Strasse . . . . .	31/3—4.	?
148.	28. Septbr.	—	Baruther-Strasse . . . . .	31/11—12.	< 12,7
149.	„	—	Ecke der Hagelsberg- und Belle-Alliance-Strasse . . . . .	31/19.	< 13,0

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Grade.						Milliontel.				Bemerkungen.
Härte			Schwefelsäure.	Chlor.	Salpetersäure.	Schwefelsäure.	Chlor.	Salpetersäure.	Ammoniak.	
natürliche	zeitliche.	bleibende.								
83,3	38,1	45,2	26	24,2	—	208	172	ziemlich viel.	1,25	
64,4	23,3	41,1	35	4,6	—	280	33	sehr wenig.	0,33	
35,4	12,3	23,1	8,0	5,8	—	64,1	41	mässig.	0,11	
49,0	24,5	24,5	14,3	6,4	—	114,4	45	Spur.	0,15	
45,5	22,2	23,3	12,3	7,4	—	98,4	53	sehr wenig.	0,27	
67,8	27,9	39,9	33,0	14,5	—	264	103	ziemlich viel.	0,15	
55,0	24,3	30,7	> 3,5	23,2	—	> 28,0	165	mässig.	0,23	
45,9	21,2	24,7	7,7	6,1	—	61,6	43	Spur.	0,27	
55,0	30,1	24,9	2,5	10,2	—	20	72	nichts.	35,0	schmutzig.
43,7	24,5	19,2	5,6	6,0	—	44,8	43	wenig.	0,53	
53,4	23,5	29,9	8,90	14,3	—	71,2	102	sehr wenig.	0,18	
45,2	20,0	25,2	13,0	11,2	—	10,4	80	mässig.	0,11	
44,2	20,9	23,3	6,0	4,7	—	48,0	33	kaum Spur.	0,96	trüb.
34,9	11,2	23,7	> 7,8	6,8	—	> 62,4	48	wenig.	0,53	
35,4	11,5	23,9	7,4	15,2	—	59,0	108	ziemlich viel.	0,18	
30,0	12,0	18,0	> 6,7	8,4	—	> 54,0	60	sehr wenig.	0,22	
38,3	15,5	22,8	> 5,5	4,3	—	> 44,0	31	sehr wenig.	0,21	
35,4	11,8	23,6	> 3,8	3,7	—	> 31,4	26	wenig.	0,27	
40,1	16,2	23,9	8,0	4,6	—	64,0	33	wenig.	0,15	
61,4	31,2	30,2	20,0	13,8	—	160,0	98,0	viel.	14,0	
41,8	25,4	16,4	6,8	7,2	—	54,4	51,1	sehr wenig.	0,56	
44,2	29,1	15,1	4,6	6,8	—	36,8	48,3	Spur.	0,95	
62,2	14,4	47,8	28,6	9,0	16,3	228,8	63,9	176	1,2	
46,0	22,1	23,9	12,2	7,0	—	97,6	49,7	wenig.	0,24	
44,2	21,2	23,0	12,3	10,7	—	98,4	76,0	wenig.	0,45	
49,0	25,7	23,3	14,0	8,8	—	112,0	62,5	wenig.	0,31	
54,8	22,5	32,3	15,0	17,0	—	120,0	120,7	viel.	0,31	
47,9	17,2	30,7	20,0	6,9	—	160,0	49,0	ziemlich viel.	0,40	
58,2	21,2	37,0	20,0	10,8	—	160,0	76,7	mässig.	0,81	milchig.
67,0	24,0	43,0	24,7	9,7	—	197,6	68,9	ziemlich viel.	0,22	
48,4	17,7	30,7	19,7	7,2	6,2	157,6	51,1	67	1,0	flockig.
74,9	31,4	43,5	40,0	10,5	—	320,0	74,6	mässig.	3,0	
46,0	36,5	9,5	2,5	3,5	—	20,0	24,9	Spur.	0,33	
67,4	29,9	37,5	27,0	14,4	—	216	102	wenig.	20,0	
107,0	66,6	40,4	18,0	25,0	—	144	178	ziemlich viel.	5,0	schwach milchig.
109,5	45,4	64,1	52,7	21,2	—	422	151	sehr viel.	0,9	

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Fortlaufende Nummer	Tag der Probenahme.	Hausnummer.	Strasse oder Platz.	Brunnennummer.	Temperatur nach Celsius.
150.	28. Septbr.	—	Grossbeeren-Strasse . . . . .	31/7-8.	< 12,0
151.	"	—	Belle-Alliance-Platz . . . . .	35/17-18	< 13,6
152.	"	1.	Teltower-Strasse . . . . .	?	< 13,0
153.	"	—	Bergmann-Strasse . . . . .	31/1-2.	< 14,75
154.	"	24.	Ecke an der Belle-Alliance- und Gneisenau-Strasse . . . . .	31/20.	< 13,3
155.	"	—	Platz am Hallischen Thor . . . . .	31/9-10	13,0
156.	29. Septbr.	10.	Thiergarten-Strasse . . . . .	Hof.	?
157.	5. October.	102.	Leipziger-Strasse . . . . .	38/19.	12,1
158.	"	13.	" " . . . . .	37/21.	12,7
159.	"	137.	" " . . . . .	37/26.	11,3
160.	"	1.	" " . . . . .	37/27.	12,3
161.	"	10.	Lenné- und Bellevue-Strasse . . . . .	33/5-6.	12,1
162.	6. October.	47.	Dorotheen Strasse . . . . .	3/16.	10,0
163.	"	58.	" " . . . . .	3/14.	11,7
164.	"	87.	" " . . . . .	3/9.	10,5
165.	"	—	Dorotheen-Strasse vis-à-vis Bauhof Museum . . . . .	2/22-23.	10,5
166.	"	—	" " . . . . .	2/35.	11,3
167.	"	1.	Molken-Strasse . . . . .	21/1.	11,7
168.	2. Novbr.	2.	Reinickendorfer-Strasse . . . . .	Hof.	10,0
169.	"	71.	Chaussee-Strasse . . . . .	8/1-2.	9,7
170.	"	80.	" " . . . . .	7/5-6	11,9
171.	"	—	Carl " . . . . .	6/7.	10,5
172.	"	2.	Behren " . . . . .	2/37.	8,6
173.	"	—	Tauben " . . . . .	38/12.	9,5
174.	"	47.	Friedrich " . . . . .	36/27.	10,0
175.	"	224.	" " . . . . .	35/33.	9,8
176.	"	89.	Leipziger " . . . . .	38/3	11,8
177.	"	80.	" " . . . . .	40/15.	11,3
178.	"	35.	Jerusalem " . . . . .	40/14.	10,1
179.	"	68.	Linden " . . . . .	39/1.	11,4
180.	"	43.	Alte Jacob " . . . . .	28/9.	11,6
181.	"	42.	Alexandrinen-Strasse . . . . .	28/8.	9,0
182.	"	88.	" " . . . . .	28/7.	10,5
183.	"	136.	Oranien-Strasse . . . . .	28/15.	11,0

7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
Grade.						Milliontel.				Bemer- kungen.
Härte			Schwefelsäure.	Chlor.	Salpetersäure.	Schwefelsäure.	Chlor.	Salpeter- säure.	Ammoniak.	
natürliche	zeitliche.	bleibende.								
88,1	13,5	74,6	44,5	14,8	—	356	105	mässig.	1,75	
40,5	18,3	22,2	4,8	6,1	—	38	43	wenig.	3,5	
46,4	23,6	22,8	4,2	4,2	—	34	30	frei.	0,4	
107,1	70,2	36,9	9,9	22,2	22,2	79	158	240	0,6	
244,0	167,8	76,2	114	27,6	34,0	912	196	367	0,34	
40,5	21,2	19,3	15,3	7,6	—	122	54	kaum Spur.	1,2	
45,9	25,7	20,2	16,3	6,3	11,1	130	45	120	0,45	
37,1	19,3	17,8	6,3	5,5	—	50	39	frei.	1,13	
43,4	19,6	23,8	12,5	11,6	—	100	82	sehr wenig.	0,91	
65,0	26,3	38,7	15,6	20,5	—	125	145	sehr viel.	0,40	
60,3	29,1	31,2	20,0	17,5	22,5	160	124	244	1,24	
47,0	23,9	23,1	13,0	6,1	5,1	104	43	55	0,19	
78,5	40,6	37,9	20,9	14,5	12,3	167	103	133	0,63	schmutzig, fast versiecht.
56,2	32,1	24,1	13,0	8,2	—	104	58	Spur.	0,25	
46,4	29,3	17,1	8,1	13,4	1,6	65	95	17	2,64	schwach milchig.
78,5	42,6	35,9	20,3	9,2	3,8	162	65	41	0,31	
82,1	40,4	41,7	18,4	13,7	—	147	97	ziemlich viel.	1,96	
36,2	22,1	14,1	6,0	10,2	5,4	48	72	58	0,77	
35,6	12,0	23,6	21,5	7,8	7,4	172	55	80	0,42	
43,8	19,5	24,3	12,2	9,7	3,8	98	69	41	2,4	
46,1	16,1	30,0	20,0	9,1	10,8	160	65	116	0,36	schwach milchig.
55,6	26,7	28,9	21,0	16,6	7,5	168	118	81	0,48	
59,2	36,4	22,8	3,4	11,4	—	27	81	frei.	4,8	schwach milchig. trüber werdend,
55,3	28,3	27,0	16,0	13,5	11,3	128	96	122	0,79	
79,8	35,5	44,3	40,0	24,6	11,1	320	175	120	2,3	
61,5	25,8	35,7	29,0	21,5	1,5	232	153	17	4,5	opalescirend.
52,3	30,0	22,3	13,5	15,2	10,0	108	108	108	2,8	desgleichen.
44,3	20,3	24,0	9,0	20,4	9,1	72	145	98	1,2	schwach milchig.
46,1	23,0	23,1	9,0	18,7	6,8	72	133	74	1,4	
60,0	29,2	30,8	12,2	19,3	15,7	98	137	170	0,58	
52,8	26,5	26,3	16,0	11,7	3,6	128	83	39	0,18	
78,4	31,3	47,1	32,0	14,1	12,6	256	100	136	0,25	
79,3	35,7	43,6	32,0	14,1	13,1	256	100	148	0,26	
83,0	29,9	53,1	33,0	13,4	18,7	264	95	202	1,07	

## d. Der Ammoniakgehalt des Berliner Brunnenwassers.

Ueber die hohe Bedeutung des Ammoniakgehaltes als Kriterium für die Güte des Trinkwassers habe ich bereits bei dem Bericht über das Lenk'sche Desinfectionsverfahren (siehe diese Berichte Heft III, S. 195 in der Anmerkung) und später wiederholt Gelegenheit gehabt mich auszusprechen. Bei Beginn meiner hydrognostischen Studien in Berlin war leider die Anwendung des Nessler'schen Reagens noch sehr wenig entwickelt. Hier am Platze waren damit noch gar keine Erfahrungen gemacht und die Resultate meiner ersten Versuche nach den in der Literatur vorhandenen Angaben liessen mich die letzteren als noch sehr mangelhaft erkennen. Gleichwohl erweckten sie die Hoffnung, dass diese Reaction bei Einhaltung gewisser Vorsichtsmaassregeln zu einer befriedigenden Entwicklung würde gebracht werden können, und veranlassten mich, die einflussreichen Umstände eingehend zu erforschen. Das Bedürfniss war in der That ein grosses, denn die bis dahin benutzten Methoden der Ammoniakbestimmung, die Destillationsmethode von Bonssingault, wie die Exhalationsmethode von Schlösing waren theils so mühsam und zeitraubend, dass sie schon deswegen bei Untersuchung einer grossen Anzahl von Brunnenwässern binnen kurzer Fristen nicht anwendbar waren, theils in der Genauigkeit kaum befriedigend, wo es sich um minimale Ammoniakgehalte von weniger als 1 Milliontel handelte.

Zufolge der nöthigen Vorarbeiten kam ich erst im Juli 1870 dazu, mich der Nessler'schen Reaction für das Berliner Brunnenwasser vertrauensvoll bedienen zu können.

Der Zufall wollte es, dass gleich die erste Reihe der mit dem Nessler'schen Reagens geprüften Brunnenwässer (vom 30. Juli 1870) die Extreme des Ammoniakgehaltes zur Gelfung brachte, einerseits 56 Milliontel im Wasser vom Haak'schen Markt (fortlaufende Nummer 74), andererseits 0,07 Milliontel im Wasser des NO. Schlosshofes (fortlaufende Nummer 76), und dabei zugleich zeigte, wie ein ganz bedeutender Ammoniakgehalt nicht uur in einem sonst stark verunreinigten Wasser, nämlich in dem gelbschlammigen und übelriechenden Wasser vom Haak'schen Markt und Köllnischen Rathhause (fortlaufende Nr. 74 und 78), sondern auch

in einem äusserlich gut empfohlenen Wasser (im Brunnen des SW.-Schlosshofes mit 18 Milliontel Ammoniak) vorkommen kann!

Ich versäumte nicht, sowohl das K. Hofmarschallamt, wie auch den verehrl. Magistrat von diesen Beobachtungen in Kenntniss zu setzen. Bei letzterem erlaubte ich mir in Erwägung, dass ein merkbarer Ammoniakgehalt des Brunnenwassers auf Verunreinigung durch Cloakenstoffe hindeute, ferner in Betracht der gegenwärtigen Jahreszeit (Ende August) und der beginnenden Einrichtung zahlreicher Kriegslazarethe auf die Nothwendigkeit hinzuweisen, dass sofort eine möglichst grosse Anzahl Berliner Brunnen auf den Ammoniakgehalt untersucht werden möchte, und hierbei vorzuschlagen, dass in erster Linie die Lazarethdirectionen, dann aber auch im Allgemeinen die Berliner Aerzte, welche in ihrer derzeitigen Praxis den Erkrankungsgrund bei Ruhr und ähnlichen Krankheiten in der Beschaffenheit des Trinkwassers argwöhnten, zur Einsendung von authentischen nach besonderer Vorschrift zu schöpfenden Wasserproben aufzufordern wären.

Ein Bescheid hierauf ist mir nicht geworden und setzte ich demzufolge meine Recognoscirungsarbeiten dem früheren Plane gemäss fort. Nach Beendigung derselben mit dem 2. November 1870 ging ich indess sogleich an eine Zusammenstellung meiner Beobachtungen über den Ammoniakgehalt des Berliner Wassers und theilte dieselben dem Magistrat am 10. November 1870 in den hier folgenden Tabellen A und B nebst kurzem Text mit.

Tabelle A umfasst alle Wässer mit einem Ammoniakgehalt über  $\frac{3}{4}$  Viertel-Milliontel, Tabelle B diejenigen mit niedrigerem Gehalt. Vergleichs halber sind in Tabelle C. die im Spreewasser im Herbst 1870 gefundenen Ammoniakmengen beigefügt worden.

Der höchste Ammoniakgehalt findet sich im Wasser am Haak'schen Markt, er betrug am 1. September ej. a. allerdings nur ungefähr  $\frac{2}{3}$  Drittel von dem einen Monat früher gefundenen, indess doch immer noch so viel, als einer Beimischung von einem Theil menschlicher Excremente auf 300 Theile Wasser entspricht.

Als Wasser mit dem niedrigsten Ammoniakgehalt, nämlich circa  $\frac{4}{5}$  Milliontel, ist in die Tabelle A. das vom Brunnen Nr. 21/1. der Molkenstrasse aufgenommen worden.

Tabelle A.

Berliner Brunnenwasser mit mehr als 0,75 Milliontel Ammoniakgehalt.

Probenahme		O e r t l i c h k e i t.			Ammoniak. Milliontel.
Monat.	Tag.	N a m e	Brunnen- Numer.	Hof.	
October	6.	1. Molkenstrasse . . . . .	21/1	—	0,77
November	2.	Taubenstrasse . . . . .	38/12	—	0,79
September	21.	Frankfurter-Thor . . . . .	44/1	—	0,81
"	28.	Ecke der Hagelsberger- und Belle-Alliancestrasse . . . . .	31/19	—	0,9
October	6.	13. Leipzigerstrasse . . . . .	37/21	—	0,91
September	21.	Alexanderstrasse . . . . .	20/18	—	0,96
"	"	3. Stralauerstrasse . . . . .	21/35	—	0,95
"	"	Stralauer-Platz . . . . .	45/1—2	—	1,0
November	2.	136. Oranienstrasse . . . . .	28/15	—	1,07
October	6.	102. Leipzigerstrasse . . . . .	38/19	—	1,13
September	21.	70. Holzmarktstrasse . . . . .	22/7	—	1,2
"	28.	Platz am Halleschen Thor . . . . .	31/9—10	—	1,2
November	2.	Leipzigerstrasse . . . . .	40/15	—	1,2
October	6.	137. Leipzigerstrasse . . . . .	37/27	—	1,24
August	24.	4. Wasserthor "(Schulhaus)	—	Hof	1,25
"	"	54. Oranienstrasse . . . . .	42/3	—	1,25
November	2.	Jerusalemstrasse . . . . .	40/14	—	1,4
September	28.	Grossbeerenstrasse . . . . .	31/7—8	—	1,75
October	6.	Am Museum . . . . .	2/35	—	1,96
August	24.	70. Wasserthorstrasse . . . . .	—	Hof	2,25
November	2.	47. Friedrichstrasse . . . . .	36/27	—	2,3
"	"	71. Chausseestrasse . . . . .	8/1—2	—	2,4
October	6.	87. Dorotheenstrasse . . . . .	3/9	—	2,64
November	2.	89. Leipzigerstrasse . . . . .	38/3	—	2,8
August	24.	7a. Gneisenaustrasse . . . . .	—	Hof	3,0
September	21.	Mariannen-Ufer . . . . .	43/1—2	—	3,0
"	28.	Belle-Alliance-Platz . . . . .	35/17—18	—	3,5
November	2.	224. Friedrichstrasse . . . . .	35/33	—	4,5
"	"	Behrenstrasse . . . . .	2/37	—	4,8
September	28.	Barutherstrasse . . . . .	31/11—12	—	5,0
"	21.	112. Köpnickerstrasse . . . . .	26/2	—	14,0
"	28.	Ecke der Nostiz- und Gneisenaustrasse . . . . .	31/3—4	—	20,0
Juli	1.	Haakscher Markt . . . . .	13/9—10	—	35,3
"	30.	desgl. . . . .	desgl.	—	56

### Tabelle B.

## Berliner Brunnenwasser mit weniger als 0,75 Milliontel Ammoniakgehalt.

Probenahme.		O e r t l i c h k e i t.			Ammoniak, Milliontel.
Monat.	Tag.	N a m e.	Brunnen- Nummer.	Hof.	
October.	6.	47. Dorotheenstrasse . . . . .	3/16	—	0,63
September	28.	Bergmannsstrasse . . . . .	31/1—2	—	0,60
November	2.	68. Lindenstrasse . . . . .	39/1	—	0,58
September	21.	Köpnickler-Platz . . . . .	26/1	—	0,56
„	1.	Münzstrasse . . . . .	16/2	—	0,53
„	2.	Erziehungshaus . . . . .	—	S. Hof.	0,53
November	2.	Carlstrasse . . . . .	6/7	—	0,48
September	29.	10. Thiergartenstrasse . . . . .	—	Hof.	0,45
„	21.	37. Kaiserstrasse . . . . .	20/15	—	0,45
August	24.	5. Dresdenerstrasse . . . . .	25/2	—	0,45
November	2.	Reinickendorferstrasse . . . . .	—	Hof.	0,42
October	6.	1. Leipzigerstrasse . . . . .	37/26	—	0,40
September	28.	1. Teltowerstrasse . . . . .	—	—	0,40
„	21.	Grosse Frankfurterstrasse . . . . .	—	Schulhof.	0,40
August	24.	1. Britzerstrasse . . . . .	—	Hof.	0,37
November	2.	80. Chausseestrasse . . . . .	7/5—6	—	0,36
Juli	30.	Wallstrasse . . . . .	27/7	—	0,36
„	„	106. Dresdenerstrasse . . . . .	29/5	—	0,36
August	15.	Königliches Schloss . . . . .	—	NOHof	0,35
September	28.	24. Belle-Alliance- und Gneisenau-Strassen-Ecke . . . . .	—	—	0,34
August	24.	10. Adalbertstrasse . . . . .	25/8	—	0,33
„	„	27. Elisabeth-Ufer . . . . .	—	Hof.	0,33
September	21.	Bethanien . . . . .	—	vor d. Wasch- hause.	0,33
October	6.	Dorotheenstrasse vis-à-vis des Bauhofs . . . . .	2/22—23	—	0,31
September	21.	59. Grosse Frankfurterstrasse . . . . .	20/25—26	—	0,31
„	„	„ . . . . .	28/8—9	—	0,31
August	24.	23 a. Oranienstrasse . . . . .	43/15—16	—	0,30
September	1.	Neues Thor . . . . .	7/7—8	—	0,27
„	„	Oranienburgerstrasse . . . . .	6/16	—	0,27
„	2.	Kaiser-Franz-Grenadier-Kaserne . . . . .	—	S. W. Ecke.	0,27
November	2.	88. Alexandrinenstrasse . . . . .	28/7	—	0,26
„	„	42. „ . . . . .	28/8	—	0,25
October	6.	58. Dorotheenstrasse . . . . .	3/14	—	0,25

Probenahme.		O e r t l i c h k e i t.			Ammoniak. Milliontel.
Monat.	Tag.	N a m e.	Brunnen- Numer.	Hof.	
Juli	30.	Ecke der Stralsunder- und Brunnenstrasse . . . . .	46/3—4	—	0,25
"	"	Gipsstrasse . . . . .	13/5	—	0,25
September	21.	52 Holzmarktstrasse . . . . .	22/9	—	0,24
"	1.	Oranienburgerstrasse . . . . .	6/20	—	0,23
Juli	30.	Ecke der Rheinsberger- und Brunnenstrasse . . . . .	46/7—8	—	0,22
September	2.	Hasenhaidestrasse . . . . .	31/5—6	—	0,22
"	21.	Boxhagenerstrasse . . . . .	44/7—8	—	0,22
"	2.	Jerusalemmer Kirchhof . . . . .	—	—	0,21
November	2.	43 Alte Jacobstrasse . . . . .	28/9	—	0,18
September	1.	Alexander-Platz . . . . .	20/1	—	0,18
"	2.	Hasenhaidestrasse . . . . .	31/15—16	—	0,18
Juli	30.	29. Brunnenstrasse (Universum)	—	Hof.	0,17
"	"	25. Brunnenstrasse . . . . .	46/13—14	—	0,17
"	"	Rosenthaler-Thor . . . . .	12/5	—	0,17
August	15.	Greifswalderstrasse . . . . .	18/16—17	—	0,15
"	"	10. Junkerstrasse . . . . .	39/8	—	0,15
"	"	14. Lindenstrasse . . . . .	35/6	—	0,15
September	1.	Haidestrasse . . . . .	4/9—10	—	0,15
"	"	Chausseestrasse . . . . .	7/13—14	—	0,15
"	2.	Kaiser - Franz - Grenadier - Kaserne . . . . .	—	S.Seite Garten	0,15
August	24.	123. Dresdenerstrasse . . . . .	—	Hof.	0,15
"	"	Naunynstrasse . . . . .	25/7	—	0,15
"	"	NO. Oranien-Platz . . . . .	25/6	—	0,15
"	15.	Greifswalderstrasse vis-à-vis der Bartholomäus-Kirche . . . . .	8/14—15	—	0,13
"	"	46. Alexanderstrasse . . . . .	20/1	—	0,13
Juli	30.	46. Neue Friedrichstrasse . . . . .	14/35	—	0,12
August	15.	Belle-Alliance-Platz . . . . .	35/15—16	—	0,11
September	1.	Ulanen-Kaserne . . . . .	—	Hof.	0,11
"	"	Städtisches Arbeitshaus in der Alexanderstrasse . . . . .	—	Hof.	0,11
August	15.	21. Neue Königsstrasse . . . . .	18/8	—	0,08
"	"	34. Schützenstrasse . . . . .	39/2	—	0,08
Juli	30.	Königliches Schloss . . . . .	—	NO. Hof.	0,07
August	24.	Admiralstrasse . . . . .	25/10—11	—	0,03

Tabelle C.

Ammoniakgehalt des Spreewassers.  
(Vergl. S. 592 und 593.)

P r o b e n a h m e.			Ammoniak.  Milliontel <sup>1</sup>
Tag.	Stunde.	Oertlichkeit.	
in Berlin:			
September 29.	3½ Uhr Nm.	Luisenstädtischer Canal an der östlichen Treppe des Bassins bei der Zwillingsbrücke . . . . .	0,35
„ „	4 Uhr Nm.	Luisenstädtischer Canal, am Wasserthor . . . . .	0,9
„ „	5 Uhr Nm.	Landwehr-Canal, an der Moritzhofbrücke . . . . .	1,7
„ „	4¼ Uhr Nm.	Zwirngraben (Königsgraben) an der Treppe vor Nr. 9. Neue Promenade . . . . .	8,6
„ „	4¼ Uhr Nm.	Grüner Graben, oberhalb der Brücke bei Nr. 7. Kupfergraben . . . . .	16,0
unterhalb Berlin:			
October 5.	10½—12½ Uhr Mittags	in Charlottenburg oberhalb der Brücke vor dem Grundstück des Schiffbauer Wentz . . . . .	1,81
„ „	3½—5½ Uhr Nm.	in Spandau, an der Spreetreppe vor der Artilleriewerkstatt . . . . .	1,83
„ 6.	12 Uhr Mittags	in Charlottenburg oberhalb der Brücke vor dem Grundstück dzs Schiffbauer Wentz . . . . .	1,86

Zur Beurtheilung eines Triukwassers nach dem Ammoniakgehalt haben wir einen Maassstab theils in den fast ammoniakfreien Wässern aus den tiefen Brunnen, welche an der Südgränze des Berliner Weichbildes abgeteuft sind (fortlaufende Nummer 99 und 102, desgl. oben S. 546: „Normalwasser“), in dem Wasser der Spree innerhalb und ausserhalb des städtischen Weichbildes.

Innerhalb des Weichbildes sehen wir den Ammoniakgehalt des Spreewassers steigen, einmal im Verhältniss von 1 zu 5 während des Laufes von der Zwillingsbrücke durch den Luisenstädtischen und Landwehr-Canal bis nach der Moritzhofbrücke, das andere Mal auf das 25fache in den Abzweigungen durch den Königsgraben und auf das 50fache durch den Grünen Graben. Unterhalb Berlin bei Charlottenburg und Spandau begegnen wir einem fast constanten Ammoniakgehalt von 1,83 Milliontel, also fast übereinstimmend mit dem Ammoniakgehalt des Spreewassers an der Moritzhofbrücke. Ueber den Ammoniakgehalt des Spreewassers liegen in den „Vorarbeiten zur Wasserversorgung Berlins“, einige Beobachtungen des Professor Finkener vor, nämlich:

1,9 Milliontel Ammoniakgehalt in der Spree vor den englischen Wasserwerken und

3,3 „ Ammoniakgehalt in der Spree zwischen Charlottenburg und Spandau.

---

1,4 Milliontel Ammoniak - Differenz.

Diese Differenz stimmt überraschend genau mit der von mir gefundenen; die beiderseitigen absoluten Grössen aber unterscheiden sich durch 1,5 Milliontel. Die Ursache glaube ich weniger in einer Verschiedenheit der Wasserqualität als vielmehr der benutzten analytischen Methode suchen zu müssen.

Professor Finkener hat die Verdampfungsmethode benutzt, ich dagegen die Nessler'sche Reaction. Nach meinen Erfahrungen aber halte ich die Bestimmung minimaler Ammoniakmengen mittelst der Nessler'schen Reaction, wenn die Farbenintensität chromometrisch nach dem von mir mehrfach beschriebenen Verfahren gemessen wird, für die zuverlässigste der mir bekannten Methoden und die Uebereinstimmung unser beiderseitigen Differenzen in dem Ammoniakgehalt der Ober- und Unterspree dürfte demnach als Beweis dafür gelten, dass Professor Finkener unter möglichster Einhaltung der gleichen äusseren Bedingungen gearbeitet hat. (Vergleiche die Anmerkung zu S. 574.)

Wenn man sich erinnert, wie sparsam das Ammoniak in der atmosphärischen Luft und dem Meteorwasser vorkommt, wie ausserordentlich kräftig es von Pflanzenwurzeln und vom Erdboden absorbiert wird und wie leicht es sich, wenn im Erdboden fein vertheilt, durch hinzutretenden Sauerstoff oxydirt, wird man es begreiflich finden, dass auf der einen Seite Brunnenwasser, welches von reinem meteorischen Wasser abstammt, durch die mit Pflanzen bedeckte Erdoberfläche und dann noch durch eine mächtigere Schicht humusfreier Erde (Gemisch von Thon und Sand) filtrirt ist, gegen das Nessler'sche Reagens als fast ammoniakfrei sich zeigt d. h. weniger als 1 Zehnmilliontel Ammoniak enthält — und dass auf der andern Seite ein Brunnenwasser von  $\frac{1}{2}$  Milliontel Ammoniakgehalt schon als verunreinigt gelten muss, da ja das Spreewasser an der Zwillingenbrücke mit den bis dahin oberhalb und innerhalb Berlins erhaltenen, sicherlich nicht unbedeutenden ammoniakalischen Zuflüssen nicht mehr als ungefähr 1 Dreimilliontel Ammoniak enthält.

Nun ist zwar das Ammoniak an sich kein giftiger Bestandtheil des Brunnenwassers, sondern nur das Zeichen eines örtlich oder zeitlich nahen Fäulnisprozesses und die Möglichkeit ist nicht ganz ausgeschlossen, dass ein ziemlich ammoniakreiches Wasser durch eine (mit geringer Absorptionskraft begabte) Sandschicht hinreichend filtrirt ist, um geniessbar zu werden\*) — jedenfalls aber ist ein ammoniakreiches Trinkwasser verdächtig, weil man durchaus keine Garantie dafür hat, dass nicht der betreffende Brunnenkessel durch offene Canäle direct mit einem Rinnstein oder einer Senkgrube communicirt.

In die Tabelle A. habe ich nur die Brunnenwässer aufgenommen, welche mehr als  $\frac{1}{4}$  Milliontel Ammoniak enthalten, also über die doppelte Menge des Spreewassers von der Zwillingenbrücke und nahe so viel als das Wasser des Luisenstädtischen Canals an seiner Mündung. Man wird mir demnach keine allzugrosse Aengstlichkeit zum Vorwurf machen können, wenn ich für den unmittelbaren Genuss solchen Wassers (mit mehr als  $\frac{1}{4}$  Milliontel Ammoniak) zur Vorsicht mahne und für die Brunnen, welche im Ammoniakgehalt nicht nur den Königsgraben, sondern sogar den berüchtigten Grünen-

---

\*) So scheint der Brunnen im SW. Hof des Königlichen Haupt Schlosses von irgend einem Pissoir her durch eine derartige Filterschicht einen ammoniakreichen Zufluss zu erhalten.

Graben an der Mündung übertreffen, eine genauere Prüfung ihrer zymotischen Eigenschaften, respective deren öffentliche Brandmarkung als nothwendig erachte.

Ueber die ammoniakärmeren Wässer der Tabelle B. ist nichts anderes zu sagen, als dass sie zur Zeit der Prüfung nicht merkbar durch die Nachbarschaft von Rinnsteinen oder Abortgruben beeinflusst waren, dass aber das Damoclesschwert gefährlicher Verunreinigung so lange über ihnen schwebt, wie es Auswurfstoffe in ihrer Nähe giebt.

### Ueber den Einfluss des Grundwasserstandes auf die Zusammensetzung des Brunnenwassers.

Auf Anregung des Herrn Professor Virchow und gemäss dem hierüber gefassten Beschluss der „Gemischten Deputation für die Entwässerung Berlins“ sind im vergangenen Jahre (1871) bei sehr hohem Grundwasserstande, den 19. Mai, und bei sehr niedrigem Wasserstande, den 13. November, Wasserproben chemisch analysirt worden, deren Beschaffenheit bereits im Jahre 1870 bei sehr niedrigem Grundwasserstand, den 30. Juli, bez. 21. September untersucht worden war.

Die betreffenden 4 Strassenbrunnen sind:

1. Nr. 46/13—14 in der Brunnenstrasse,
2. „ 12/5 am Rosenthaler Thor,
3. „ 13/15 in der Gipsstrasse,
4. „ 23/8—9 in der Grossen Frankfurterstrasse.

Die Wasserstände der 3 ersten Brunnen sind nach den Hobrecht'schen Beobachtungsrohren Nr. XVIII, diejenigen des letzten nach den Rohren Nr. XXVII und XXVIII abzuschätzen und sind danach die Wasserstände am 30. Juli und 21. September 1870, sowie am 13. November 1871 als ziemlich gleich und zwar nahe 0,60 Meter unter dem Wasserstand vom 19. Mai 1871 anzunehmen.

Nebenstehende Tabelle giebt die erhaltenen analytischen Zahlen übersichtlich geordnet.

Tabelle über den Einfluss des Grundwasserstandes auf die Beschaffenheit des Brunnenwassers, nach den Untersuchungen vom 19. Mai 1871 bei hohem und vom 30. Juli bez. 21. September 1870 bei niedrigem Grundwasserstand.

Probezeit.	Strassenname.	Brunnennummer.	Grade.				Milliontel.				Bemerkungen.	
			Härte.		Schwefelsäure.	Chlor.	Schwefelsäure.	Chlor.	Salpetersäure.	Ammoniak.		
			natürliche	zeitliche.								bleibende.
1871, d. 19. Mai	Brunnenstrasse	46/13—14	48,5	17,5	31,0	13,4	10,5	108,0	74,6	viel	0,2	Die beiderseitigen Wasserproben hielten sich bei längerem Stehen rein schmeckend und gaben nur sehr wenig Bodensatz, worin das Mikroskop theilweis erkennen liess. Geschmack schwach theorig, Bodensatz nicht unbedeutend mit animalischem Loben. Anscheinend besser als d. 19. Mai 1871.
1870, d. 30. Juli	"	"	44,7	18,7	26,0	12,2	8,9	97,6	63,2	ziemlich viel	0,17	
	"	Differenz . . .	3,8	— 1,2	5,0	1,2	1,6	10,4	11,4		0,03	
1871, d. 19. Mai	Rosenthaler Thor	12/5	56,3	26,9	29,4	26,0	12,0	210,0	85,0	viel	0,1	
1870, d. 30. Juli	"	"	47,5	26,0	21,5	21,2	11,9	169,6	84,5	ziemlich viel	0,17	
	"	Differenz . . .	8,8	0,9	7,9	4,8	0,1	40,4	0,5		0,07	
1871, d. 19. Mai	Gipsstrasse	13/15	39,3	18,0	21,3	12,5	13,2	100	93,7	viel	0,3	
1870, d. 30. Juli	"	"	38,3	17,2	21,1	12,4	12,1	99,2	86,0	viel, bis sehr viel	0,25	
	"	Differenz . . .	1,0	0,8	0,2	0,1	1,1	0,8	7,7		0,05	
1871, d. 19. Mai	Gr. Frankfurterstrasse	23/8—9	44,25	12,25	32,0	17,8	17,5	142	124	mässig viel	0,1	
1870, d. 21. September	"	"	5,0	22,5	32,5	15,0	17,0	120	120,7	viel	0,3	
	"	Differenz . . .	— 10,75	— 10,25	— 0,5	2,8	0,5	22,0	3,3		— 0,2	

Die vorliegende Tabelle ist weit davon entfernt, einen einfachen Zusammenhang zwischen Grundwasserstand und chemischer Zusammensetzung zu zeigen. Das Wasser der 3 ersten Brunnen — in der Brunnenstrasse und deren nächsten Nachbarschaft — ist unabhängig vom Grundwasserstand mit der Zeit reicher an gelösten Bestandtheilen geworden, dasjenige in der Grossen Frankfurterstrasse verhältnissmässig unverändert geblieben. Prüfen wir darum zunächst, welche Veränderungen in der Zusammensetzung des Wassers mit wechselndem Grundwasserstand a priori zu erwarten sind?

Das aus künstlichen Brunnenkesseln gepumpte Wasser ist im Allgemeinen als Grundwasser zu betrachten, welches demselben unterhalb des Grundwasserspiegels in grösserer oder geringerer Tiefe entnommen wird.

Wenn wir uns das Entwässerungsgebiet eines Brunnens als eine ringsum wasserdicht isolirte Felsenschale denken, die mit einer losen Erdformation z. B. Sand oder Thon im Maximum des Feuchtigkeitsgehaltes ausgefüllt ist, so besteht das Grundwasser aus dem Ueberschuss des der Felsenschale zugeführten meteorischen Wassers über die oberflächlich ablaufende oder abdunstende Wassermenge.

Wenn nun die Erdausfüllung chemisch durchaus homogen und zugleich absolut indifferent ist, so verändert das (reine) meteorische Wasser bei deren Durchdringung sich nicht.

Ist die homogene Erdausfüllung nicht indifferent gegen Wasser, sondern schwer löslich, relativ zur Berührungsdauer (mit dem vorhandenen Wasser), so wird mit der Zeit das Untergrund- (und Brunnen-) Wasser immer reicher an gelösten Bestandtheilen und zwar um so mehr, je mehr die Oberflächenverdunstung die Wasserzufuhr überwiegt — und umgekehrt nimmt der relative Gehalt an fremden Bestandtheilen nahe dem Spiegel des Untergrundwassers wieder ab, wenn die Wasserzufuhr von oben eine starke ist, relativ zu der für die Auflösung erforderlichen Zeit.

Unter diesen Verhältnissen steht das Wasser derjenigen Brunnen, welche seitlich ungehemmt mit dem Grundwasser communiciren, bezüglich seiner Reinheit in directem Verhältniss zu dem Steigen und Sinken des Grundwassers.

Man wird aber in der Wirklichkeit schwerlich die Verhältnisse so finden, wie sie oben angenommen sind. Um zu erfahren, innerhalb welcher Gränzen die vorliegende Frage sich bewegt, wollen

wir das andere Extrem aufsuchen, wie es in grossen Städten sicher vorkommen kann.

Ein von unten her und seitlich durchlässiger Brunnenkessel ist unter den niedrigsten Grundwasserstand in die Erdrinde eingesenkt. Letztere besteht aus einer durchlässigen Formation von sandigem Lehm oder lehmigem Sand und ist reichlich mit allen möglichen städtischen organischen und mineralischen Abfällen von oben her gemischt, oder geradezu mit einer dicken Lage derselben überschüttet. Dem Boden wird durch Verdunstung und Auspumpen mehr Wasser entnommen, als ihm aus der Luft zugeführt würde, wenn auch eine directe Ableitung von Regen- und Schneewasser durch Entwässerungsgräben nicht stattfände oder diese durch künstlich zugeleitetes Wasser ersetzt würde.

Construiren wir nun die Beschaffenheit des Wassers während einer kühlen Regenperiode nach heisser Trockenheit und umgekehrt.

Im Laufe der Trockenheit erhält das Grundwasser keinen Zuschuss mehr von der überliegenden Erdschicht; im Gegentheil findet eine capillare Wasserströmung aus der Tiefe vom jeweiligen Grundwasserspiegel nach der stark wasserverdunstenden Erdoberfläche statt; die im Wasser gelöst gewesenen Salze bleiben an der Gränze der Luft, in welche sie dem Wassergas nicht folgen können, zurück, unter Umständen so reichlich, dass sie als Efflorescenzen sichtbar werden (Kochsalz-, Soda-, Salpeter-, Vitriol-Auswitterungen in der Tartarei, Ungarn, Schweden u. s. w.). Anstatt des Wassers dringt Luft in den Boden und leitet eine lebhafte Verwitterung und Verwesung ein. Das Grundwasser fällt gleichmässig zu Folge der Wasserverdunstung; durch Auspumpung wird es stellenweise gesenkt; das Gleichgewicht wird zunächst aus dem Umkreis des betreffenden Brunnenkessels wieder hergestellt, dann in immer weiteren Gränzen aus grösserer Entfernung. Es fliesst endlich Untergrundwasser herbei, welches seinen Ursprung nicht in der Stadt, kaum in der gewöhnlich stark gedüngten Nachbarschaft hat, sondern noch weiter entfernt durch einen, von Pflanzenwuchs zeitweilig erschöpften Boden hindurch. Der städtische Brunnen kommt, je mehr er benutzt wird, desto schneller in den Besitz von Landwasser, welches, an sich viel reiner, noch mehr gereinigt wird durch die Absorptionskraft der zu durchströmenden Unterschichten auf dem Wege vom Lande in die Stadt.

Das aus dem städtischen Brunnen gepumpte Wasser erscheint

im Verlaufe der Trockenheit, mit dem Sinken des Grundwassers reiner.

Umgekehrt bei dauernder Nässe.

Die ausgetrocknete Erdoberfläche füllt sich allmählich mit Wasser; dieses löst nicht nur die Salze wieder, welche daselbst während der Trockenheit, von dem verdunstenden Wasser aus der Tiefe heraufgebracht, abgesetzt worden sind, sondern auch die inzwischen entstandenen Verwitterungsproducte der alten und neuen Schmutzanhäufungen, durchdringt mit ihnen die tieferen Erdschichten und führt sie dem Grundwasser zu, gleichzeitig die durch das Auspumpen erzeugte Concavität im Grundwasserspiegel ausfüllend und demgemäss den seitlichen Zufluss des reineren Grundwassers aus grösserer Entfernung abschwächend.

Der Grundwasserspiegel steigt während der Regenperiode und mit ihm der Gehalt des Brunnenwassers an fremden Bestandtheilen.

Bei sehr reichlicher und lang andauernder Nässe kann unter Umständen allerdings ein relatives Auslaugen der verunreinigten Erdoberfläche eintreten und demzufolge endlich das Brunnenwasser wieder ärmer an gelösten Bestandtheilen werden; wenn man aber die Menge des Regens mit der Menge und wasserhaltenden Kraft der auszuwaschenden Erdschicht in Betracht nimmt, wird man einsehen, dass eine merkbare Erschöpfung an löslichen Bestandtheilen nur ausserordentlich selten vorkommen kann. Dass eine völlige Erschöpfung auch unter den günstigsten Bedingungen nicht eintritt, ist jedem bekannt, der mit dem Studium der Ackererde sich beschäftigt hat.

Innerhalb der flüchtig gezeichneten Extreme giebt es eine Unendlichkeit von Complicationen der Umstände, welche die Zusammensetzung des Grund- und Brunnenwassers beeinflussen. Es genüge nur einige Factoren zu nennen, welche sehr störend eingreifen können.

In vielen Gegenden mit durchlässigem Untergrund findet eine constante oder nach Witterungsverhältnissen intermittirende Strömung des Grundwassers in bestimmter Richtung statt, so dass das Brunnenwasser nur zum geringen Theil antochthon ist. Am Fusse von Höhenzügen kann es die Beschaffenheit von sogenanntem Mineralwasser, welches unter hohem Druck entstanden ist, annehmen.

In den Gegenden, wo Mergel und Gyps vorkommt, ist häufig das Wasser in geringerer Tiefe weniger kalkig als in grösserer.

Zahlreiche Brunnen stehen unter dem Einflusse eines benachbarten offenen Wasserlaufes, dessen Spiegel je nach der Oberflächen-gestaltung des Landes schnell oder langsam sich verändert.

Auch die Temperatur der Jahreszeit, in welche die stärkeren Veränderungen des Grundwasserstandes fallen, ist nicht ohne Einfluss auf die Beschaffenheit des Wassers, wegen ihrer Wirkung auf Verwitterungsprocesse und Verdunstungsgrösse.

Was nun Berlin im Besonderen angeht, so finden wir in dessen Untergrund weit überwiegend einen sehr durchlässigen, gegen Wasser fast indifferenten Sand, in verhältnissmässig geringer Tiefe von einem sehr reinen Grundwasser (Berliner Normalbrunnenwasser) ausgefüllt, welches theils in der Richtung des Spreewassers, theils von den Höhen rechtwinklich gegen das Spreethal, also im Ganzen diagonal gegen letzteres von ausserhalb herbeiströmt.

Die Erdoberfläche besteht durchschnittlich aus einer mächtigen Aufschüttung städtischer Abfälle der mannichfachsten Art, welche in ununterbrochener, aber nichts weniger als regelmässiger, Zersetzung und Auflösung begriffen sind.

Die obersten Erdschichten sind einer oft wiederkehrenden Umwühlung unterworfen, weniger zufolge von Häuserbauten als wegen Anlage von Schleussen und Strassencanälen, wegen Legung von Wasser- und Gasleitungsröhren, wegen Umpflasterung des Strassendamms und der Rinnsteine. Kaum jemals wird eine derartige mechanische Umstürzung der Erdschichten stattfinden, ohne dass eine Durchtränkung des aufgelockerten Bodens mit Rinnsteinwasser oder die Strassen überfluthendem Regenwasser zugleich eintritt.

Zu diesem massenhaft in den Boden eindringenden Schmutzwasser gesellt sich, was aus undichten Senkgruben und aus den in Gärten und auf benachbarten Feldgrundstücken abgelagerten Haufen von Dünger und Strassenkoth oder aus dem zu Aufschüttungen benutzten Unrath ausgelaugt wird und in den Untergrund versickert.

Welchen Einfluss aber das in den Boden eindringende Schmutzwasser auf die Zusammensetzung des Untergrundwassers ausübt, darüber geben die Analysen hinreichend Aufschluss, welche das Grundwasser von dem Rieselfelde auf dem Tempelhofer Unterlande zum Gegenstand haben (vergleiche den Bericht über die Sommerperiode 1871 des Berieslungsversuchs und die daran sich anschliessenden Berichte). Es zeigt sich nicht nur sehr bald eine Verän-

derung der Zusammensetzung, sondern auch auf grössere räumliche und zeitliche Entfernungen hin.

Nach diesen Auseinandersetzungen kann es nicht mehr auffallen, dass unsere oben vorgelegte Tabelle so wenig Gesetzmässigkeit in der Zusammensetzung des Brunnenwassers bei verschiedenem Grundwasserstand und zu verschiedenen Zeiten darbietet. Schwerlich sind innerhalb Berlins Brunnen aufzufinden, welche den störenden Einflüssen so wenig ausgesetzt sind, dass die Einwirkung des Grundwasserstandes auf die Zusammensetzung des Wassers unverfälscht zum Ausdruck gelangen kann; man wird solche Brunnen auf dem Lande suchen müssen.

# Bericht

über die

Grundwasser-Verhältnisse in Berlin, die Wasserstände der Spree, den Regenfall in Berlin, und die Boden-Temperatur-Messungen

von

**Baurath Hobrecht.**

---

Berlin, Februar 1874.

## I. Die Grundwasserverhältnisse in Berlin.

Die Beobachtungen der Grundwasserverhältnisse, deren Ergebnisse für die Zeit vom September 1869 bis 31. December 1870 in Heft V dieses Werks veröffentlicht wurden, sind seitdem ununterbrochen in derselben Weise fortgesetzt worden.

Unter Beibehaltung der damals gebrauchten Tabellenform und Bezeichnung sind die Grundwasser-Temperatur-Angaben und die Grundwasser-Höhen-Angaben für das Jahr 1871 auf Blatt IIa und XIXa, für das Jahr 1872 auf Blatt IIb und XIXb, für das Jahr 1873 auf Blatt IIc und XIXc nachstehend zusammengestellt:

### Grundwasser-

18

Ort der Beobachtung.	18					
	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
Standrohr II.	6,11	<b>5,39</b>	5,74	6,27	7,26	8,38
» III.	3,15	<b>2,68</b>	4,51	6,33	7,73	9,07
» IV.	4,89	<b>4,07</b>	4,79	6,03	7,39	8,58
» V.	5,13	<b>4,05</b>	4,50	5,22	6,40	7,28
» VI.	6,39	<b>6,14</b>	6,40	6,80	7,08	7,73
» VII.	4,94	<b>4,29</b>	4,85	5,33	6,26	7,38
» VIII.	4,25	<b>3,66</b>	4,00	4,90	6,23	7,73
» IX.	6,45	<b>5,82</b>	6,38	6,68	7,11	8,05
» X.	4,95	<b>4,59</b>	5,00	5,30	6,18	7,28
» XI.	5,63	<b>5,11</b>	5,52	6,32	7,65	9,17
» XII.	6,03	4,88	<b>4,23</b>	5,30	6,18	7,77
» XIII.	7,13	<b>5,86</b>	6,23	6,05	6,77	8,47
» XIV.	6,27	<b>5,32</b>	5,56	5,87	7,29	9,42
» XV.	6,71	5,79	5,89	<b>5,62</b>	6,81	8,63
» XVI.	7,24	<b>4,18</b>	4,47	6,35	7,00	8,23
» XVII.	4,61	<b>2,82</b>	3,92	5,50	6,98	9,45
» XVIII.	7,71	6,64	7,11	<b>6,53</b>	6,97	7,82
» XIX.	7,18	<b>6,66</b>	6,90	7,18	7,95	8,92
» XX.	6,44	5,86	5,84	<b>5,80</b>	6,73	8,58
» XXI.	7,13	<b>6,32</b>	6,81	6,60	7,23	8,93
» XXII.	7,50	6,97	<b>4,74</b>	6,32	6,97	8,08
» XXIII.	7,39	6,84	7,37	<b>6,40</b>	6,68	7,60
» XXIV.	6,52	<b>5,23</b>	5,26	5,60	6,48	8,00
» XXV.	7,68	7,57	<b>5,63</b>	6,12	7,08	8,45
» XXVI.	7,05	6,04	<b>4,85</b>	5,90	6,92	8,28
» XXVII.	7,02	5,88	<b>4,95</b>	5,60	6,52	8,12
» XXVIII.	6,98	6,06	<b>4,77</b>	5,15	6,03	7,68
» XXIX.	6,97	6,14	<b>5,39</b>	5,50	6,29	7,50
» XXX.	6,03	<b>4,41</b>	4,73	5,32	6,37	8,43
Mittel . . . . .	6,258	<b>5,352</b>	5,391	5,927	6,846	8,242
Brunnen XXXI.	<b>8,05</b>	8,00	<b>7,76</b>	7,85	7,87	7,90
» XXXII.	7,89	7,70	<b>6,85</b>	6,85	7,16	7,08
» XXXIII.	6,74	<b>6,05</b>	6,32	6,52	7,03	8,18
» XXXIV.	7,11	<b>6,30</b>	6,55	7,02	7,31	8,17
» XXXV.	7,56	<b>7,30</b>	8,26	7,48	7,92	8,03
Mittel . . . . .	7,470	<b>7,070</b>	7,148	7,144	7,458	7,872

### Temperatur.

71.

Juli.	August.	Sep- tember.	October.	November	December.	Jahres- Mittel 1871.
10,84	11,76	<b>11,80</b>	10,19	8,25	6,35	7,722
10,18	11,42	<b>11,83</b>	10,84	9,35	7,86	8,102
8,79	9,39	<b>9,43</b>	8,98	8,12	7,02	7,026
8,40	8,90	<b>9,00</b>	9,00	9,00	8,32	7,763
8,73	<b>9,29</b>	9,23	8,89	7,92	7,03	7,012
9,40	10,00	<b>10,68</b>	9,87	8,53	6,68	7,161
8,77	9,42	9,80	<b>9,89</b>	9,20	8,34	7,993
8,47	9,00	<b>9,00</b>	8,92	7,87	7,10	6,972
10,63	11,61	<b>12,00</b>	11,40	9,85	8,37	8,605
9,76	<b>10,50</b>	10,43	8,90	7,28	5,48	7,228
9,98	10,65	<b>10,95</b>	9,90	8,85	8,03	8,239
11,40	11,73	<b>11,83</b>	10,58	9,30	7,63	8,517
10,68	11,06	<b>11,37</b>	10,44	9,30	7,73	8,336
9,81	11,13	<b>11,45</b>	10,32	8,89	7,79	8,072
12,23	<b>12,68</b>	11,93	9,26	7,00	4,81	7,599
9,68	<b>10,06</b>	10,00	9,67	9,05	8,15	8,282
10,26	11,39	<b>11,82</b>	11,37	10,28	8,82	9,061
10,53	10,76	<b>11,02</b>	9,89	8,60	7,97	8,168
10,69	11,02	<b>11,15</b>	10,06	9,02	8,13	8,591
9,45	10,79	<b>11,00</b>	10,23	9,05	7,94	8,253
9,15	<b>10,02</b>	9,35	8,53	7,55	6,97	7,821
10,29	<b>10,97</b>	10,55	8,90	8,05	6,84	7,724
10,37	11,58	<b>11,87</b>	10,48	8,90	7,68	8,618
10,19	11,32	<b>11,58</b>	9,89	8,28	7,64	8,162
10,08	10,97	<b>11,13</b>	9,98	8,45	7,27	7,998
9,42	10,79	<b>11,00</b>	9,74	8,22	6,77	7,712
8,89	10,02	<b>10,47</b>	9,76	8,40	7,06	7,699
10,31	11,05	<b>11,08</b>	9,16	7,47	5,79	7,513
9,906	10,696	<b>10,825</b>	9,859	8,602	7,376	7,940
8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,92	7,946
7,63	8,06	8,75	<b>8,90</b>	7,92	7,68	7,706
—	—	—	—	—	—	—
9,18	9,85	10,15	<b>10,35</b>	9,40	8,92	8,359
<b>9,15</b>	9,05	8,45	7,50	7,00	6,87	7,881
8,490	8,740	<b>8,837</b>	8,688	8,080	7,847	7,938

Ort der Beobachtung.	Mittlerer Monats-Wasserstand des Grundwassers Null am Dammmühlen-						
	<b>18</b>						
	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.
Dammühle Ober-Wasser . .	2,31	2,40	<b>3,25</b>	2,68	2,53	2,48	2,42
Dammühle Unter-Wasser . .	1,36	1,55	<b>2,56</b>	1,87	1,55	1,27	1,28
Mittel aus O. - W. und U. - W. . . .	1,835	1,975	<b>2,905</b>	2,275	2,040	1,875	1,850
Standrohr II.	1,26	1,34	<b>1,88</b>	1,84	1,61	1,39	1,33
» III.	1,19	1,36	<b>1,99</b>	1,53	1,33	1,10	1,06
» IV.	1,30	1,38	<b>1,88</b>	<b>1,93</b>	1,71	1,49	1,39
» V.	1,52	1,58	<b>2,15</b>	2,03	1,72	1,56	1,49
» VI.	1,32	1,33	<b>1,83</b>	<b>1,99</b>	1,75	1,50	1,39
» VII.	1,46	1,54	<b>2,14</b>	1,91	1,69	1,52	1,42
» VIII.	2,67	2,82	<b>3,02</b>	2,97	2,90	2,85	2,76
» IX.	1,33	1,38	1,86	<b>1,90</b>	1,66	1,41	1,36
» X.	1,52	1,60	2,00	2,14	<b>2,15</b>	1,97	1,86
» XI.	1,84	2,20	<b>2,57</b>	2,44	2,49	2,51	2,47
» XII.	2,66	2,74	3,04	<b>3,06</b>	3,01	2,94	2,90
» XIII.	1,50	1,55	1,73	<b>1,99</b>	1,97	1,89	1,79
» XIV.	1,46	1,45	2,04	<b>2,05</b>	1,72	1,46	1,41
» XV.	1,64	1,65	1,95	<b>2,16</b>	1,98	1,83	1,71
» XVI.	2,19	2,26	2,41	<b>2,54</b>	2,45	2,34	2,32
» XVII.	2,98	3,19	<b>3,31</b>	3,28	3,30	2,26	3,30
» XVIII.	1,86	1,91	2,09	<b>2,32</b>	2,28	2,18	2,11
» XIX.	1,56	1,55	2,17	<b>2,20</b>	1,93	1,73	1,77
» XX.	1,52	1,56	<b>2,39</b>	2,06	1,76	1,52	1,49
» XXI.	1,59	1,63	<b>2,13</b>	2,09	1,84	1,66	1,55
» XXII.	2,11	2,18	2,32	<b>2,50</b>	2,49	2,46	2,32
» XXIII.	2,16	2,19	2,38	2,51	<b>2,56</b>	2,51	2,45
» XXIV.	2,18	2,37	2,62	<b>2,80</b>	2,62	2,59	2,49
» XXV.	1,95	1,99	<b>2,56</b>	2,49	2,29	2,17	2,14
» XXVI.	2,17	2,18	2,54	<b>2,55</b>	2,46	2,35	2,28
» XXVII.	3,15	3,20	3,45	3,61	<b>3,62</b>	3,52	3,48
» XXVIII.	2,67	2,72	<b>3,24</b>	3,15	3,04	2,94	2,92
» XXIX.	2,39	2,48	<b>2,88</b>	2,86	2,75	2,63	2,58
» XXX.	3,08	3,34	<b>3,60</b>	3,50	3,40	3,33	3,27
Mittel aus den Stand- rohren . . . . .	1,939	2,023	2,419	<b>2,429</b>	2,292	2,148	2,097
Brunnen XXXI.	3,62	<b>3,56</b>	3,79	3,88	3,89	3,89	<b>3,90</b>
» XXXII.	3,37	3,41	3,65	3,80	<b>3,82</b>	3,74	3,71
» XXXIII.	1,48	1,45	1,95	<b>2,03</b>	1,78	1,56	—
» XXXIV.	1,79	1,84	2,18	<b>2,28</b>	2,14	1,99	1,90
» XXXV.	2,35	2,34	2,58	2,68	<b>2,74</b>	2,70	2,70

und der Spree, in Metern über Pegel.					Mitt- lerer Jahres- Wasser- stand.	Differenz des höch- sten u. niedrigsten mittleren Monats- Wasserstandes.	Effectiv		Differenz des höch- sten und niedrig- sten Tages - Was- serstandes.
<b>71.</b>							höch- ster	niedrig- ster	
Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.		Tages- Wasserstand.			
2,36	2,28	2,27	2,27	<b>2,26</b>	2,459	0,99	3,48	2,15	1,33
1,15	0,98	<b>0,89</b>	1,02	1,11	1,382	1,67	2,90	0,63	2,27
1,755	1,625	<b>1,580</b>	1,645	1,685	1,921	—	—	—	—
1,12	0,93	<b>0,83</b>	0,85	0,92	1,275	1,05	2,03	0,81	1,22
0,93	0,77	<b>0,74</b>	0,81	0,98	1,149	1,25	2,26	0,60	1,66
1,22	1,02	0,89	<b>0,87</b>	0,93	1,334	1,06	2,06	0,85	1,21
1,37	1,26	<b>1,21</b>	1,24	1,33	1,538	0,94	2,25	1,18	1,07
1,23	1,09	0,88	<b>0,86</b>	0,91	1,340	1,13	2,08	0,84	1,24
1,28	1,14	<b>1,12</b>	1,15	1,21	1,465	1,02	2,31	1,10	1,21
2,52	<b>2,44</b>	2,47	2,49	2,58	2,712	0,58	3,09	2,40	0,69
1,22	1,05	<b>0,92</b>	0,94	0,99	1,335	0,98	2,07	0,91	1,16
1,75	1,65	1,57	1,50	<b>1,47</b>	1,765	0,68	2,27	1,45	0,82
2,37	2,25	2,15	<b>2,08</b>	2,22	2,299	0,49	2,61	2,05	0,56
2,68	2,53	2,48	<b>2,44</b>	2,48	2,747	0,62	3,09	2,44	0,65
1,68	1,56	1,44	1,34	<b>1,31</b>	1,646	0,68	2,01	1,30	0,71
1,27	1,12	<b>1,02</b>	1,07	1,14	1,434	1,03	2,31	0,99	1,32
1,59	1,45	1,33	<b>1,28</b>	1,33	1,658	0,88	2,26	1,27	0,99
2,22	2,15	2,10	<b>2,06</b>	2,10	2,262	0,48	2,59	2,05	0,54
3,10	2,89	2,82	<b>2,80</b>	2,81	3,087	0,51	3,33	2,79	0,54
2,01	1,91	1,80	1,72	<b>1,70</b>	1,991	0,62	2,36	1,68	0,68
1,80	1,75	1,68	<b>1,58</b>	1,62	1,778	0,62	2,40	1,53	0,87
1,36	1,22	<b>1,13</b>	1,19	1,24	1,537	1,26	2,62	1,08	1,54
1,43	1,31	<b>1,24</b>	1,27	1,31	1,587	0,89	2,34	1,23	1,11
2,17	2,04	1,93	<b>1,89</b>	1,92	2,194	0,61	2,73	1,88	0,85
2,37	2,29	2,19	2,09	<b>2,05</b>	2,312	0,51	2,59	2,03	0,56
2,34	2,28	2,19	<b>2,09</b>	2,17	2,395	0,71	3,14	2,06	1,08
2,00	1,89	1,82	1,80	<b>1,79</b>	2,074	0,77	2,78	1,77	1,01
2,14	2,05	<b>2,03</b>	2,05	2,07	2,239	0,52	2,72	2,01	0,71
3,31	3,16	3,06	3,00	<b>2,97</b>	3,294	0,65	3,67	2,96	0,71
2,78	2,65	2,58	<b>2,55</b>	2,57	2,817	0,69	3,40	2,53	0,87
2,42	2,28	<b>2,25</b>	2,26	2,32	2,508	0,63	3,05	2,24	0,81
3,06	2,90	2,89	<b>2,88</b>	2,98	3,186	0,72	3,67	2,86	0,81
1,956	1,828	1,750	<b>1,729</b>	1,773	2,032	0,779	—	—	0,938
3,85	3,79	3,73	3,68	3,63	3,759	0,34	3,94	3,42	0,52
3,57	3,43	3,32	3,25	<b>3,21</b>	3,523	0,61	3,87	3,19	0,68
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,73	1,60	1,54	<b>1,53</b>	1,61	1,844	0,75	2,32	1,46	0,86
2,64	2,53	2,43	2,33	<b>2,26</b>	2,523	0,48	2,81	2,19	0,62

### Grundwasser-

Ort der Beobachtung.	18					
	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
Standrohr II.	7,74	6,79	<b>6,71</b>	7,00	8,23	9,48
» III.	5,69	<b>4,97</b>	5,27	6,20	8,15	10,27
» IV.	6,77	6,05	<b>6,00</b>	6,57	7,89	9,20
» V.	6,31	5,69	<b>5,21</b>	6,18	7,56	8,67
» VI.	7,85	7,24	<b>7,02</b>	7,38	8,10	8,50
» VII.	6,29	5,69	<b>5,21</b>	6,15	7,44	8,33
» VIII.	5,84	5,16	<b>5,02</b>	6,08	7,71	9,07
» IX.	8,00	7,67	<b>7,00</b>	7,43	8,08	8,83
» X.	6,32	5,69	<b>5,24</b>	6,15	7,42	8,33
» XI.	7,02	6,50	<b>6,27</b>	7,40	8,73	10,15
» XII.	4,60	<b>3,93</b>	4,16	5,37	7,48	8,90
» XIII.	7,35	<b>6,71</b>	6,76	7,06	8,00	9,17
» XIV.	7,36	<b>6,21</b>	6,47	7,18	8,76	10,60
» XV.	7,26	<b>6,21</b>	6,52	7,27	8,55	10,45
» XVI.	6,65	<b>6,00</b>	6,03	6,43	8,11	10,05
» XVII.	3,63	<b>2,97</b>	3,94	5,82	8,65	10,13
» XVIII.	7,73	<b>6,74</b>	7,02	7,35	7,73	9,08
» XIX.	7,87	7,50	<b>7,27</b>	7,67	8,76	10,13
» XX.	7,27	<b>6,67</b>	6,77	7,20	8,37	10,07
» XXI.	8,00	7,24	<b>7,05</b>	7,75	8,32	9,95
» XXII.	7,11	6,38	<b>6,26</b>	6,58	7,89	9,23
» XXIII.	<b>6,90</b>	7,03	7,52	7,95	7,98	8,62
» XXIV.	6,70	6,36	<b>6,08</b>	6,78	7,52	8,62
» XXV.	6,45	5,88	<b>5,70</b>	6,37	8,16	10,07
» XXVI.	5,53	<b>5,00</b>	5,08	6,08	7,92	10,03
» XXVII.	6,16	5,53	<b>5,27</b>	5,97	7,77	9,60
» XXVIII.	5,65	5,09	<b>4,95</b>	5,43	7,53	9,42
» XXIX.	6,15	5,47	<b>5,21</b>	5,83	7,16	8,68
» XXX.	4,81	<b>4,36</b>	4,48	5,38	7,63	9,50
Mittel . . . . .	6,587	5,956	<b>5,913</b>	6,621	7,986	9,418
Brunnen XXXI.	7,55	7,50	<b>7,26</b>	7,52	8,11	8,20
» XXXII.	7,05	<b>6,64</b>	6,69	6,78	7,15	7,98
» XXXIV.	8,00	7,21	<b>7,02</b>	7,25	8,15	9,15
» XXXV.	<b>6,92</b>	7,02	7,52	8,00	7,95	8,98
Mittel . . . . .	7,380	<b>7,093</b>	7,123	7,388	7,840	8,578

### Temperatur.

72.						Jahres- Mittel 1872.
Juli.	August.	Sep- tember.	October.	November	December	
10,50	12,23	<b>12,40</b>	11,56	9,85	8,37	9,318
11,55	10,35	<b>12,35</b>	11,08	9,20	6,84	8,493
10,10	11,97	<b>12,05</b>	11,31	9,63	7,76	8,775
9,66	10,45	<b>10,72</b>	10,02	8,70	7,21	8,032
9,05	9,76	<b>10,17</b>	9,98	9,20	8,08	8,528
9,00	10,06	<b>10,25</b>	9,87	8,65	7,18	7,848
10,05	11,66	<b>11,80</b>	10,98	9,13	7,34	8,320
9,55	10,47	<b>10,95</b>	10,90	9,98	8,79	8,971
9,05	10,35	<b>10,53</b>	10,08	8,62	7,11	7,908
11,52	14,08	<b>14,10</b>	12,31	10,45	8,55	9,757
10,06	<b>10,53</b>	10,47	9,45	8,33	6,87	7,513
9,92	<b>11,40</b>	11,07	10,66	9,80	8,90	8,900
11,82	<b>12,50</b>	12,32	11,42	9,93	8,56	9,428
11,48	<b>12,00</b>	11,73	11,05	9,82	8,56	9,242
11,47	<b>12,16</b>	12,12	10,92	9,30	8,63	8,989
11,02	<b>11,69</b>	11,52	10,45	8,77	7,19	7,982
9,71	10,08	<b>10,48</b>	10,16	9,98	9,06	8,760
11,50	12,00	<b>12,03</b>	11,26	10,07	9,02	9,590
10,85	<b>11,64</b>	11,32	10,69	9,83	8,84	9,127
10,63	<b>11,08</b>	11,07	10,42	9,72	8,73	9,163
10,44	11,39	<b>11,42</b>	10,73	9,65	8,63	8,809
9,05	<b>9,42</b>	8,77	8,60	8,50	7,87	8,184
9,56	<b>10,24</b>	10,10	9,66	8,70	7,81	8,178
11,44	<b>12,16</b>	12,08	11,03	10,10	9,02	9,038
11,32	<b>12,00</b>	11,80	10,74	9,53	8,23	8,605
10,77	11,50	<b>11,52</b>	10,60	9,42	8,27	8,532
10,76	11,47	<b>11,52</b>	10,34	9,05	7,69	8,242
10,00	11,00	<b>11,10</b>	10,39	9,27	8,23	8,208
10,84	<b>11,61</b>	11,50	10,11	8,60	7,15	7,989
10,439	11,284	<b>11,354</b>	10,613	9,372	8,086	8,635
8,24	8,76	<b>8,83</b>	8,76	8,50	8,27	8,125
8,40	8,92	<b>9,15</b>	8,97	8,50	7,97	7,850
9,68	12,02	<b>12,25</b>	11,85	10,42	8,94	9,328
<b>9,00</b>	<b>9,00</b>	8,87	8,66	8,47	7,60	8,166
8,830	9,675	<b>9,775</b>	9,560	8,973	8,195	8,367

Ort der Beobachtung.	Mittlerer Monats Wasserstand des Grundwassers Null am Dammmühlen-						
	<b>18</b>						
	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.
Dammühle Ober-Wasser . .	2,32	2,35	2,49	<b>2,55</b>	2,47	2,26	2,14
Dammühle Unter-Wasser . .	1,15	1,13	1,36	<b>1,46</b>	1,29	0,97	0,77
Mittel aus O. - W. und U. - W. . . .	1,74	1,74	1,93	<b>2,01</b>	1,88	1,62	1,46
Standrohr II.	0,95	0,99	1,10	<b>1,23</b>	1,19	0,99	0,77
» III.	0,87	0,92	1,14	<b>1,19</b>	1,01	0,68	0,54
» IV.	0,97	0,99	1,08	<b>1,22</b>	<b>1,22</b>	1,04	0,83
» V.	1,32	1,44	1,47	<b>1,55</b>	<b>1,55</b>	1,41	1,19
» VI.	0,94	0,97	1,06	<b>1,20</b>	<b>1,20</b>	1,01	0,79
» VII.	1,23	1,27	1,39	<b>1,50</b>	1,40	1,15	0,95
» VIII.	2,64	2,70	<b>2,73</b>	2,71	2,65	2,49	2,33
» IX.	1,02	1,03	1,12	<b>1,25</b>	1,20	0,99	0,75
» X.	1,46	1,52	1,54	1,57	1,60	<b>1,62</b>	1,55
» XI.	2,35	2,43	2,66	<b>2,70</b>	2,56	2,47	2,42
» XII.	2,58	2,63	2,70	2,71	<b>2,73</b>	2,65	2,51
» XIII.	1,31	1,29	1,31	1,39	<b>1,41</b>	1,33	1,19
» XIV.	1,16	1,19	1,31	<b>1,45</b>	1,38	1,15	0,94
» XV.	1,40	1,40	1,47	1,58	<b>1,61</b>	1,51	1,33
» XVI.	2,19	2,24	2,25	2,27	2,31	<b>2,32</b>	2,27
» XVII.	2,89	2,96	2,96	<b>2,97</b>	<b>2,97</b>	2,91	2,80
» XVIII.	1,70	1,67	1,70	1,77	<b>1,80</b>	1,70	1,59
» XIX.	1,87	1,90	1,99	<b>2,04</b>	<b>2,04</b>	1,95	1,74
» XX.	1,26	1,29	1,44	<b>1,57</b>	1,47	1,22	1,03
» XXI.	1,38	1,39	1,46	<b>1,58</b>	1,56	1,40	1,23
» XXII.	1,96	1,95	1,97	2,02	<b>2,04</b>	1,97	1,86
» XXIII.	2,04	2,02	2,02	2,10	<b>2,11</b>	2,04	1,94
» XXIV.	2,17	2,10	2,34	<b>2,57</b>	2,56	2,37	2,23
» XXV.	1,84	1,85	1,92	<b>2,01</b>	1,98	1,84	1,74
» XXVI.	2,08	2,08	2,10	2,16	<b>2,17</b>	2,11	2,00
» XXVII.	3,02	3,02	3,05	3,10	<b>3,14</b>	3,05	2,91
» XXVIII.	2,62	2,63	2,71	<b>2,76</b>	<b>2,76</b>	2,67	2,54
» XXIX.	2,36	2,39	2,43	<b>2,47</b>	2,46	2,33	2,19
» XXX.	3,02	3,04	3,10	<b>3,13</b>	3,12	2,96	2,78
Mittel aus allen Stand- röhren . . . . .	1,81	1,84	1,91	<b>1,99</b>	1,97	1,84	1,69
Brunnen XXXI.	3,57	3,63	3,64	3,64	<b>3,65</b>	3,61	3,56
» XXXII.	3,23	3,22	3,17	3,27	<b>3,28</b>	3,19	3,06
» XXXIV.	1,66	1,68	1,74	1,80	<b>1,81</b>	1,68	1,51
» XXXV.	2,22	2,18	2,11	<b>2,17</b>	2,15	2,09	2,00

und der Spree in Metern über Pegel.					Mitt- lerer Jahres- Wasser- Stand.	Differenz des höch- sten u. niedrigsten mittleren Monats- Wasserstandes.	Effectiv		Differenz des höch- sten und niedrig- sten Tages - Was- serstandes.
<b>72.</b>							höch- ster	niedrig- ster	
Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Tages- Wasserstand.				
2,03	<b>1,98</b>	2,00	2,17	2,47	2,269	0,57	2,60	1,96	0,64
<b>0,57</b>	0,58	0,62	0,84	1,17	0,992	0,89	1,52	0,48	1,04
1,30	<b>1,28</b>	1,31	1,51	1,82	1,632	—	—	—	—
0,60	0,48	<b>0,44</b>	0,59	0,90	0,853	0,79	1,26	0,42	0,84
0,40	<b>0,35</b>	0,37	0,64	0,93	<b>0,753</b>	0,84	1,29	0,31	<b>0,98</b>
0,66	0,56	<b>0,48</b>	0,57	0,84	0,872	0,74	1,26	0,46	0,80
1,03	0,92	<b>0,91</b>	1,01	1,22	1,252	0,64	1,60	0,88	0,72
0,65	0,53	<b>0,46</b>	0,57	0,84	0,852	0,74	1,24	0,45	0,79
0,83	<b>0,75</b>	0,76	0,93	1,22	1,115	0,75	1,52	0,72	0,80
2,24	<b>2,20</b>	2,24	2,44	2,62	2,499	0,53	2,77	2,18	0,59
0,65	0,54	<b>0,49</b>	0,61	0,86	0,876	0,76	1,27	0,48	0,79
1,48	<b>1,42</b>	1,44	2,05	2,37	1,635	<b>0,95</b>	2,38	1,44	0,94
2,36	2,24	2,16	<b>2,04</b>	2,07	2,372	0,66	2,85	2,01	0,84
2,40	2,33	<b>2,29</b>	2,37	2,56	2,538	0,44	2,74	2,28	0,46
1,04	0,91	<b>0,81</b>	<b>0,81</b>	0,92	1,143	0,60	1,43	0,77	0,66
0,78	0,68	<b>0,66</b>	0,81	1,12	1,053	0,79	1,47	0,64	0,83
1,18	1,07	<b>1,00</b>	1,09	1,28	1,327	0,61	1,68	0,98	0,70
2,22	2,16	<b>2,13</b>	2,14	2,18	2,223	<b>0,19</b>	2,33	2,11	<b>0,22</b>
2,67	2,57	<b>2,52</b>	2,69	2,80	2,809	0,47	3,14	2,51	0,63
1,46	1,35	1,26	<b>1,24</b>	1,31	1,546	0,56	1,82	1,23	0,59
1,59	1,46	<b>1,43</b>	1,52	1,82	1,779	0,61	2,07	1,39	0,68
0,88	0,79	<b>0,77</b>	0,96	1,26	1,162	0,80	1,60	0,75	0,85
1,12	1,04	<b>1,01</b>	1,08	1,30	1,296	0,57	1,60	1,00	0,60
1,79	1,72	<b>1,69</b>	1,72	1,82	1,876	0,35	2,04	1,68	0,36
1,82	1,73	1,64	<b>1,59</b>	1,67	1,893	0,52	2,13	1,57	0,56
2,16	2,16	<b>2,13</b>	2,46	2,47	2,310	0,44	2,81	2,02	0,79
1,62	1,53	<b>1,48</b>	1,55	1,75	1,759	0,53	2,04	1,45	0,59
1,92	1,84	<b>1,81</b>	1,84	1,97	2,007	0,36	2,19	1,78	0,41
2,80	2,70	<b>2,61</b>	2,62	2,74	2,897	0,53	3,16	2,56	0,60
2,38	2,32	<b>2,31</b>	2,44	2,64	2,565	0,45	2,80	2,26	0,54
2,08	<b>2,02</b>	<b>2,02</b>	2,18	2,35	2,273	0,45	2,50	2,00	0,50
2,66	2,57	<b>2,56</b>	2,75	2,96	2,888	0,57	3,18	2,54	0,64
1,57	1,48	<b>1,44</b>	1,56	1,75	1,738	0,594	—	—	0,664
3,48	3,42	<b>3,37</b>	3,42	3,47	3,538	0,28	3,67	3,29	0,38
2,94	2,84	<b>2,69</b>	2,76	2,93	3,048	0,59	3,33	2,57	0,76
1,43	1,34	<b>1,31</b>	1,38	1,57	1,576	0,50	1,86	1,29	0,57
1,88	1,84	1,72	<b>1,66</b>	1,68	1,975	0,51	2,23	1,58	0,65

### Grundwasser-

O r t der Beobachtung.	18					
	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
Standrohr II.	7,55	6,49	<b>6,21</b>	6,72	7,11	8,87
» III.	5,48	<b>4,43</b>	4,50	5,67	6,82	9,23
» IV.	6,89	<b>5,73</b>	5,79	6,23	6,81	8,67
» V.	6,15	5,27	<b>5,00</b>	5,25	5,82	7,93
» VI.	7,76	7,14	<b>7,00</b>	<b>7,00</b>	7,05	7,85
» VII.	6,11	5,16	<b>5,00</b>	5,25	5,82	7,63
» VIII.	6,05	5,04	<b>5,00</b>	5,48	5,89	8,55
» IX.	7,98	7,38	<b>7,00</b>	<b>7,00</b>	7,05	8,05
» X.	5,98	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	5,25	5,82	7,80
» XI.	7,66	6,66	<b>6,37</b>	6,68	7,32	9,52
» XII.	5,89	4,73	<b>4,71</b>	5,23	6,76	8,68
» XIII.	8,27	7,50	<b>7,40</b>	7,50	8,13	9,22
» XIV.	7,52	<b>6,39</b>	6,50	6,97	8,02	9,60
» XV.	7,52	<b>6,45</b>	6,50	6,97	8,02	9,43
» XVI.	7,58	6,82	<b>6,03</b>	7,00	7,87	9,55
» XVII.	6,02	5,16	<b>4,82</b>	5,72	7,11	8,98
» XVIII.	8,31	<b>7,48</b>	7,50	7,50	7,97	8,57
» XIX.	8,06	<b>7,37</b>	7,39	7,50	8,19	9,35
» XX.	8,16	7,46	<b>7,42</b>	7,50	8,19	9,38
» XXI.	8,05	<b>7,50</b>	<b>7,50</b>	<b>7,50</b>	8,19	9,33
» XXII.	8,05	<b>7,00</b>	7,18	7,50	8,29	9,40
» XXIII.	7,29	<b>7,02</b>	7,32	7,50	7,82	8,27
» XXIV.	7,11	<b>6,34</b>	6,50	6,85	8,10	8,43
» XXV.	8,24	<b>7,37</b>	7,43	7,50	8,23	9,68
» XXVI.	7,34	6,59	<b>6,18</b>	6,68	7,85	9,73
» XXVII.	7,40	6,77	<b>6,18</b>	6,32	7,39	9,22
» XXVIII.	7,05	6,32	<b>5,81</b>	6,07	7,23	9,13
» XXIX.	7,39	6,59	<b>6,18</b>	6,23	7,37	8,92
» XXX.	6,40	<b>4,96</b>	5,56	5,93	7,13	9,27
Mittel . . . . .	7,216	6,349	<b>6,241</b>	6,566	7,358	8,905
Brunnen XXXI.	8,15	<b>7,79</b>	7,87	8,00	8,00	8,10
» XXXII.	7,92	<b>7,00</b>	7,79	7,50	7,89	8,57
» XXXIV.	8,10	7,18	<b>7,00</b>	<b>7,00</b>	7,32	8,65
» XXXV.	6,81	6,50	<b>6,08</b>	6,43	6,97	7,70
Mittel . . . . .	7,745	<b>7,118</b>	7,185	7,233	7,545	8,255

### Temperatur.

78.						Jahres- Mittel 1873.
Juli.	August.	Sep- tember.	October.	November	December	
9,94	10,87	<b>11,50</b>	10,97	9,55	8,40	8,681
10,95	<b>12,00</b>	11,68	10,58	9,02	7,24	8,133
10,52	<b>11,74</b>	11,65	10,97	9,47	8,13	8,550
9,15	9,74	<b>10,00</b>	9,39	8,18	7,13	7,417
8,31	8,81	<b>9,17</b>	9,08	8,67	8,15	7,999
8,82	9,56	<b>10,00</b>	9,39	8,19	7,13	7,338
9,89	10,94	<b>11,22</b>	10,58	9,13	7,71	7,957
8,94	9,68	<b>10,00</b>	9,79	9,17	8,47	8,376
9,15	10,03	<b>10,25</b>	9,39	8,15	7,13	7,413
11,56	12,95	<b>13,23</b>	11,89	10,08	8,68	9,383
11,24	13,05	<b>13,30</b>	11,18	9,62	8,16	8,546
10,66	<b>11,50</b>	11,10	10,84	9,72	8,66	9,208
11,74	<b>12,89</b>	12,23	11,18	9,85	8,48	9,281
11,61	<b>12,63</b>	12,08	11,11	10,07	8,53	9,243
12,18	13,08	<b>13,35</b>	11,85	9,95	8,53	9,482
11,40	13,13	<b>13,25</b>	11,03	9,18	7,94	8,645
10,10	11,05	<b>11,60</b>	11,34	10,22	9,47	9,259
10,89	11,34	<b>11,60</b>	11,31	10,25	9,47	9,393
11,11	<b>11,63</b>	11,60	10,79	9,77	8,53	9,295
10,61	<b>11,39</b>	11,12	10,79	10,13	9,08	9,266
11,52	12,94	<b>12,98</b>	11,39	10,08	8,81	9,595
9,10	<b>9,50</b>	9,10	9,11	8,57	8,13	8,227
9,98	<b>10,50</b>	10,10	9,55	8,92	8,00	8,365
11,74	<b>12,97</b>	12,23	11,55	9,78	8,63	9,612
12,39	12,77	<b>12,98</b>	11,42	10,10	8,69	9,393
11,56	12,95	<b>13,00</b>	11,61	9,77	8,52	9,224
11,48	12,87	<b>13,20</b>	11,40	9,72	8,56	9,070
10,90	12,50	<b>13,00</b>	11,60	9,90	8,55	9,093
11,74	12,89	<b>13,25</b>	11,39	9,63	7,77	8,827
10,661	11,652	<b>11,716</b>	10,775	9,477	8,299	8,768
9,47	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	9,65	8,90	8,828
9,69	10,19	<b>10,50</b>	9,94	9,50	—	8,772
9,92	10,94	<b>11,40</b>	11,08	9,92	8,98	8,957
9,00	<b>9,50</b>	<b>9,50</b>	9,06	8,67	7,98	7,850
9,520	10,158	<b>10,350</b>	10,020	9,435	8,620	8,600

Ort der Beobachtung.	Mittlerer Monats-Wasserstand des Grundwassers Null am Dammmühlen-						
	<b>18</b>						
	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.
Dammühle Ober-Wasser . .	<b>2,63</b>	2,39	2,48	2,55	2,28	2,17	2,08
Dammühle Unter-Wasser .	<b>1,53</b>	1,31	1,34	1,42	1,01	0,80	0,67
Mittel aus O.-W. und U.-W. . . .	<b>2,08</b>	1,85	1,91	1,99	1,65	1,49	1,38
Standrohr II.	1,12	1,17	1,14	<b>1,26</b>	1,03	0,80	0,62
III.	<b>1,20</b>	1,01	1,08	<b>1,15</b>	0,78	0,59	0,52
IV.	1,13	1,18	1,15	<b>1,27</b>	1,11	0,87	0,74
V.	1,41	1,47	1,46	<b>1,53</b>	1,45	1,30	1,14
VI.	1,09	1,20	1,17	<b>1,27</b>	1,10	0,89	0,70
VII.	1,41	1,39	1,40	<b>1,46</b>	1,26	1,06	0,93
VIII.	2,67	2,61	<b>2,68</b>	2,62	2,54	2,44	2,37
IX.	1,08	1,16	1,15	<b>1,24</b>	1,05	0,83	0,66
X.	2,36	2,34	2,35	2,37	2,38	2,40	2,42
XI.	2,12	2,12	2,13	2,14	2,15	2,17	2,19
XII.	2,64	2,64	2,64	<b>2,69</b>	2,62	2,56	2,51
XIII.	1,08	1,20	1,23	<b>1,28</b>	1,24	1,11	0,98
XIV.	1,39	1,39	1,36	<b>1,46</b>	1,22	1,00	0,84
XV.	1,48	1,56	1,58	<b>1,61</b>	1,56	1,41	1,29
XVI.	2,23	2,21	2,24	<b>2,27</b>	2,26	2,25	2,24
XVII.	2,83	2,82	2,83	<b>2,86</b>	2,81	2,75	2,73
XVIII.	<b>1,50</b>	1,78	2,05	2,07	2,05	2,03	2,03
XIX.	<b>1,96</b>	1,89	1,92	1,85	1,75	1,59	1,44
XX.	1,54	1,46	1,46	<b>1,55</b>	1,26	1,05	0,91
XXI.	1,54	1,56	1,54	<b>1,63</b>	1,51	1,35	1,23
XXII.	1,94	1,98	2,00	<b>2,02</b>	1,99	1,88	1,79
XXIII.	1,80	1,87	1,89	<b>1,93</b>	1,90	1,78	1,69
XXIV.	2,53	2,44	2,57	<b>2,60</b>	2,56	2,40	2,07
XXV.	1,93	1,87	1,89	<b>1,98</b>	1,83	1,71	1,61
XXVI.	2,07	2,09	2,10	<b>2,14</b>	2,11	2,05	1,97
XXVII.	2,84	2,88	2,89	<b>2,94</b>	2,88	2,79	2,68
XXVIII.	2,68	2,65	2,69	<b>2,75</b>	2,66	2,57	2,44
XXIX.	2,44	2,39	2,44	<b>2,46</b>	2,34	2,25	2,17
XXX.	3,03	2,98	3,06	<b>3,07</b>	2,93	2,83	2,74
Mittel aus den Stand- rohren . . . . .	1,90	1,91	1,93	<b>1,98</b>	1,87	1,75	1,64
Brunnen XXXI.	3,49	3,47	3,46	<b>3,51</b>	3,46	3,45	3,42
XXXII.	3,02	3,07	3,05	<b>3,10</b>	3,03	2,92	2,82
XXXIV.	1,72	1,80	1,81	<b>1,87</b>	1,76	1,62	1,47
XXXV.	1,77	1,86	1,88	<b>1,89</b>	<b>1,89</b>	1,67	1,67

und der Spree, in Metern über Pegel.					Mitt- lerer Jahres- Wasser- stand.	Differenz des höch- sten u. niedrigsten mittleren Monats- Wasserstandes.	Effectiv		Differenz des höch- sten und niedrig- sten Tages-Was- serstandes.
<b>73.</b>							höch- ster	niedrig- ster	
Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.					
2,02	<b>2,00</b>	2,06	2,16	2,28	2,258	0,63	2,70	1,97	0,73
0,61	<b>0,55</b>	0,65	0,79	1,03	0,976	0,98	1,68	0,51	1,17
1,32	<b>1,28</b>	1,35	1,48	1,66	1,617	—	—	—	—
0,50	<b>0,40</b>	0,42	0,50	0,65	0,801	0,86	1,28	0,38	0,90
0,38	<b>0,33</b>	0,43	0,56	0,75	0,732	0,87	1,32	0,31	1,01
0,62	0,52	<b>0,47</b>	0,52	0,69	0,856	0,80	1,29	0,46	0,83
1,00	0,89	<b>0,88</b>	0,97	1,15	1,221	0,65	1,55	0,85	0,70
0,56	<b>0,46</b>	<b>0,46</b>	0,52	0,67	0,841	0,81	1,29	0,42	0,87
0,84	<b>0,78</b>	0,81	0,89	1,07	1,108	0,68	1,53	0,74	0,79
2,29	<b>2,23</b>	2,24	2,29	2,44	2,452	0,45	2,75	2,21	0,54
0,55	<b>0,46</b>	0,49	0,54	0,68	0,824	0,78	1,26	0,44	0,82
2,37	2,35	<b>2,31</b>	2,33	<b>2,50</b>	2,373	0,19	2,63	2,29	0,34
<b>2,20</b>	<b>2,20</b>	2,18	2,17	2,17	2,162	0,08	2,21	2,11	0,10
2,48	2,43	2,44	<b>2,32</b>	2,37	2,528	0,37	2,72	2,30	0,42
0,87	0,79	<b>0,70</b>	0,71	0,76	0,996	0,58	1,30	0,70	0,60
0,74	0,66	<b>0,65</b>	0,70	0,93	1,028	0,81	1,49	0,63	0,86
1,18	1,08	<b>1,01</b>	1,04	1,17	1,331	0,60	1,63	0,98	0,65
2,10	<b>1,92</b>	<b>1,92</b>	1,94	2,09	2,139	0,35	2,28	1,90	0,38
2,75	2,65	2,67	2,62	<b>2,54</b>	2,738	0,32	2,87	2,49	0,38
2,04	2,05	2,04	2,07	<b>2,08</b>	1,982	0,58	2,09	1,37	0,72
1,33	1,27	1,23	<b>1,22</b>	1,36	1,567	0,74	2,01	1,19	0,82
0,83	<b>0,75</b>	0,80	0,89	1,09	1,132	0,80	1,58	0,73	0,85
1,12	1,03	<b>0,98</b>	1,01	1,12	1,302	0,65	1,65	0,97	0,68
1,73	1,70	1,67	<b>1,66</b>	1,76	1,843	0,36	2,03	1,66	0,37
1,60	1,54	1,47	<b>1,43</b>	1,47	1,697	0,50	1,95	1,40	0,55
1,96	2,00	1,93	<b>1,87</b>	1,96	2,241	0,73	2,66	1,81	0,85
1,56	1,48	<b>1,46</b>	1,47	1,59	1,698	0,52	2,04	1,43	0,61
1,91	1,85	<b>1,80</b>	1,81	1,90	1,983	0,34	2,15	1,79	0,36
2,62	2,54	2,48	<b>2,44</b>	2,50	2,707	0,50	2,96	2,43	0,53
2,36	2,38	2,34	<b>2,30</b>	2,43	2,521	0,45	2,81	2,27	0,54
2,12	2,05	<b>2,04</b>	2,08	2,12	2,242	0,42	2,52	2,03	0,49
2,68	2,57	<b>2,56</b>	2,59	2,73	2,814	0,51	3,17	2,55	0,62
1,56	1,49	<b>1,48</b>	1,50	1,61	1,718	0,562	—	—	0,627
3,43	3,35	3,31	3,30	<b>3,29</b>	3,412	0,22	3,52	3,27	0,25
2,79	2,67	2,66	2,61	—	—	—	—	—	—
1,40	1,31	1,29	<b>1,27</b>	1,44	1,563	0,50	1,89	1,19	0,70
1,64	1,52	1,46	<b>1,40</b>	1,45	1,675	0,49	1,95	1,26	0,69

Die folgenden Schlussbetrachtungen beobachten ebenfalls die Reihenfolge, wie solche in Heft V. dieses Werkes eingehalten wurde. Es ergibt sich:

für das Jahr 1871

- ad 4. dass das Grundwasser in den Monaten März und April seinen höchsten, in den Monaten October und November seinen niedrigsten Stand hatte,
- ad 5. dass die Differenz des höchsten und niedrigsten mittleren Monats-Wasserstandes, aus sämtlichen Beobachtungsstellen gemittelt 0,779 Meter betrug,
- ad 6. dass die Differenz des höchsten und niedrigsten Tages-Wasserstandes, aus sämtlichen Beobachtungsstellen gemittelt 0,938 Meter betrug,
- ad 8. dass die durchschnittlich niedrigste Temperatur des Grundwasser im Februar, die durchschnittlich höchste im September beobachtet worden,
- ad 9. dass die Durchschnitts-Temperatur im Februar  $+ 5,352$  Grad, im September aber  $+ 10,825$  Grad betrug, dass endlich die Wärme des Grundwassers im Durchschnitt des ganzen Jahres und sämtlicher Beobachtungsstellen  $= + 7,94$  Grad ist;

für das Jahr 1872:

- ad 4. dass das Grundwasser in den Monaten April und Mai seinen höchsten, in den Monaten September und October seinen niedrigsten Stand hatte,
- ad 5. dass die Differenz des höchsten und niedrigsten mittleren Monats-Wasserstandes, aus sämtlichen Beobachtungsstellen gemittelt 0,594 Meter betrug,
- ad 6. dass die Differenz des höchsten und niedrigsten Tages-Wasserstandes, aus sämtlichen Beobachtungsstellen gemittelt 0,664 Meter betrug,
- ad 8. dass die durchschnittlich niedrigste Temperatur des Grundwassers im März, die durchschnittlich höchste im September beobachtet worden,
- ad 9. dass die Durchschnitts-Temperatur im März  $+ 5,913$  Grad, im September aber  $+ 11,354$  Grad betrug, dass endlich die Wärme des Grundwassers im Durchschnitt des ganzen Jahres und sämtlicher Beobachtungsstellen  $= + 8,635$  Grad ist.

für das Jahr 1873:

- ad 4. dass das Grundwasser in dem Monate April seinen höchsten, in den Monaten September und October seinen niedrigsten Stand hatte,
- ad 5. dass die Differenz des höchsten und niedrigsten mittleren Monats-Wasserstandes, aus sämtlichen Beobachtungsstellen gemittelt 0,562 Meter betrug,
- ad 6. dass die Differenz des höchsten und niedrigsten Tages-Wasserstandes, aus sämtlichen Beobachtungsstellen gemittelt 0,627 Meter betrug,
- ad 8. dass die durchschnittlich niedrigste Temperatur des Grundwassers im März, die durchschnittlich höchste im September beobachtet worden,
- ad 9. dass die Durchschnitts-Temperatur im März + 6,241 Grad, im September aber + 11,716 Grad betrug, dass endlich die Wärme des Grundwassers im Durchschnitt des ganzen Jahres und sämtlicher Beobachtungsstellen = + 8,768 Grad ist.

Aus nachstehender Tabelle:

Jahr.	Höchster mittlerer Monats- Wasserstand gemittelt aus sämtlichen Stellen.		Niedrigster mittlerer Monats- Wasserstand gemittelt aus sämtlichen Stellen.		Diffe- renz.	Mittlerer Jahres-Was- serstand gemittelt aus sämtlichen Stellen.	Grösste	Kleinste	Mittlere Jahres-Tem- peratur gemittelt aus sämtlichen Stellen.
	Differenz der mittleren Monats- Wasserstände einer Beobach- tungsstelle.		Meter.	Meter.			Meter.	Meter.	
1870	Februar	2,325	Septbr	1,681	0,644	1,990	1,20	0,28	7,67
1871	April	2,429	Novbr.	1,729	0,700	2,032	1,26	0,48	7,94
1872	April	1,99	October	1,44	0,55	1,738	0,95	0,19	8,635
1873	April	1,98	October	1,48	0,50	1,718	0,87	0,08	8,768

welche die Haupt-Resultate der Beobachtungen des Grundwassers aus den Jahren 1870—1873 incl. wiedergiebt, ersieht man, dass der Grundwasserstand in den beiden letzten Jahren um ca. 1 Fuss (0,314 Meter) niedriger gewesen ist, als in den vorhergegangenen. Der niedrige Wasserstand der Spree und der geringe Regenfall in diesen Jahren stehen damit im Zusammenhange. Seit dem Jahre 1821 haben die Beobachtungen an den Pegeln der Königlichen Dammühlen nur in den Jahren 1865 und 1866 einen niedrigeren

mittleren Jahres-Wasserstand, als in den Jahren 1872 und 1873 ergeben. Ebenso war, wie die seit 1848 geführten Messungen der atmosphärischen Niederschläge zeigen, nur in den Jahren 1849, 1856 und 1857 ein geringerer Regenfall, als in den Jahren 1872 und 1873.

## II. Die Wasserstände der Spree und der Regenfall in Berlin.

Im Anschluss an die in Heft VI. dieses Werkes gegebenen Tabellen und graphischen Darstellungen, enthalten die folgenden Anlagen die in den Jahren 1871—1873 gemachten Beobachtungen.

1. Die graphische Darstellung auf Blatt XXXVIII. 2., zeigt die Wasserstandsscalen der Spree, beobachtet an dem Oberwasser-Pegel bei der Oberschleuse, an dem Oberwasser- und dem Unterwasser-Pegel der Königl. Dammühlen, und an dem Pegel bei Charlottenburg in 10tägigen Zeitabschnitten. Von der Aufzeichnung des Wasserstandes der Spree bei Spandau ist in diesem Bericht Abstand genommen worden.

2. Die graphische Darstellung auf Blatt XL. 2., zeigt die Wasserstandsscala der Spree am Unterwasser-Pegel der Berliner Dammühlen und am Pegel bei Charlottenburg in den Jahren 1871 bis 1873, nach den täglichen Beobachtungen, und darunter, in natürlicher Grösse aufgetragen, die Regenhöhen in Berlin aus diesen Jahren nach den täglichen Ermittlungen des Königlichen meteorologischen Instituts.

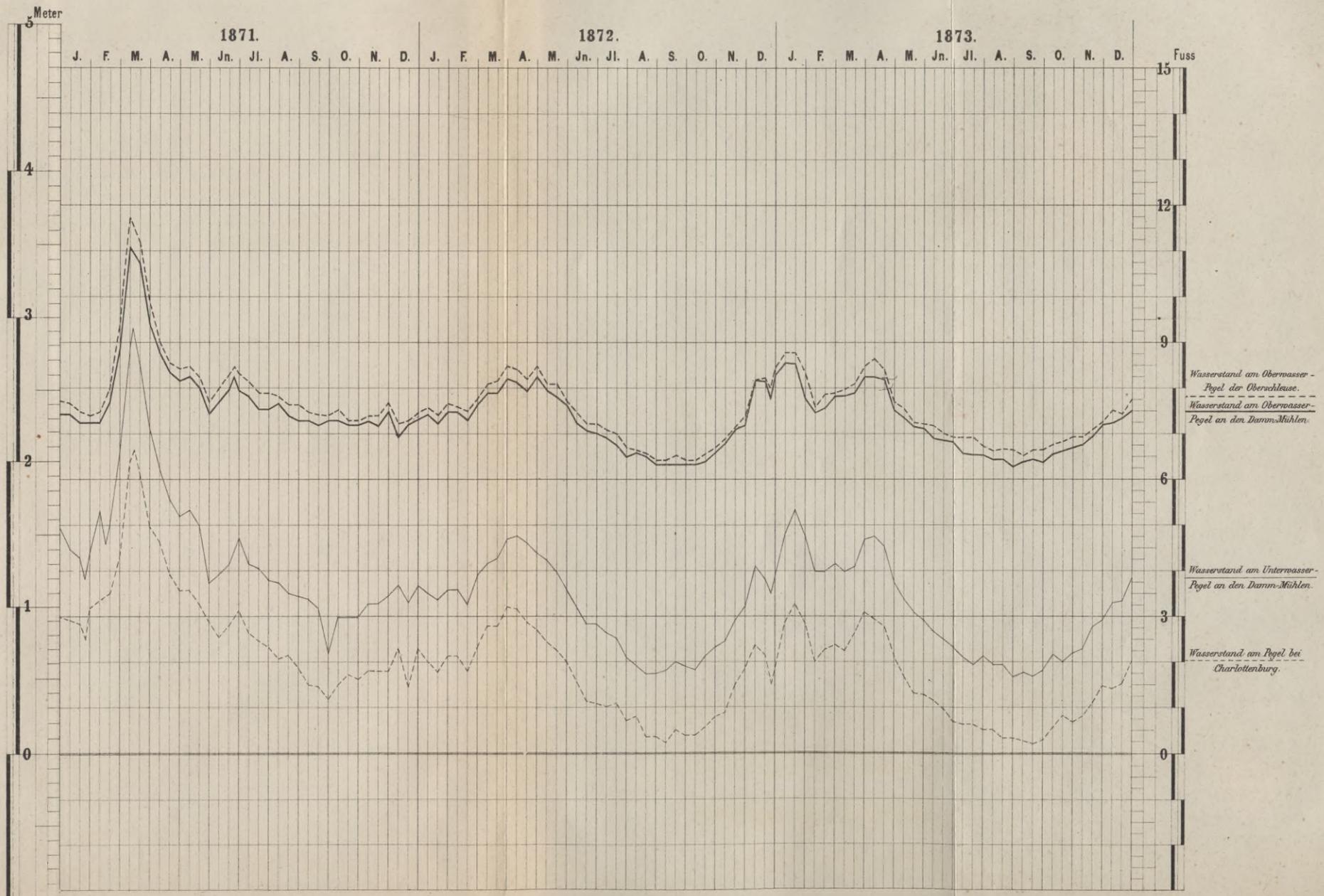
3. Die Tabelle D. 2., zeigt die atmosphärischen Niederschläge, beobachtet zu Berlin in den Jahren 1871—1873.

4. Die Tabelle E. 2., giebt eine Nachweisung sämtlicher Niederschläge, welche im Laufe der Jahre 1871—1873 in Berlin amtlich beobachtet sind, nach Monaten zusammengestellt.

5. Die Tabelle F. 2., giebt eine Nachweisung der  $\frac{1}{2}$  Zoll und mehr betragenden täglichen Niederschläge, welche im Laufe der Jahre 1871—1873 in Berlin amtlich beobachtet sind.

6. Aus der Tabelle, sig. G., welche eine Zusammenstellung der Beobachtungen der Regenhöhen aus den 25 Jahren 1849 bis 1873 incl. enthält, ergiebt sich der geringe Niederschlag der beiden letzten Jahre, im Vergleich zu dem der vorhergegangenen Jahre.

Wasserstands Scalen der Spree auf den Nullpunkt des Pegels an den Königlichen Damm Mühlen reducirt  
aus den Jahren 1871-1873 nach den vorhandenen  
amtlichen Beobachtungen an den Pegeln zwischen Berlin und Charlottenburg aufgetragen.

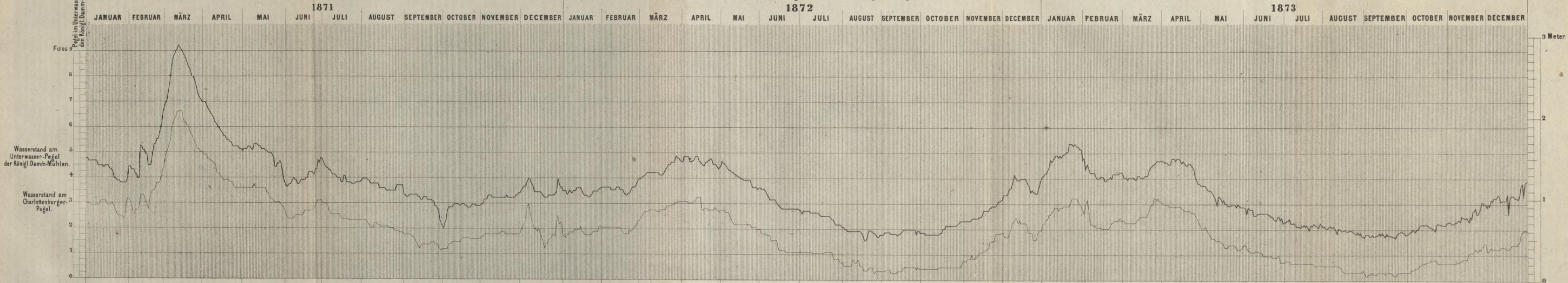




# WASSERSTANDS = SCALA

der Spree am Unterwasser Pegel der Berliner Damm - Mühlen und am Pegel bei Charlottenburg von 1871 - 1873

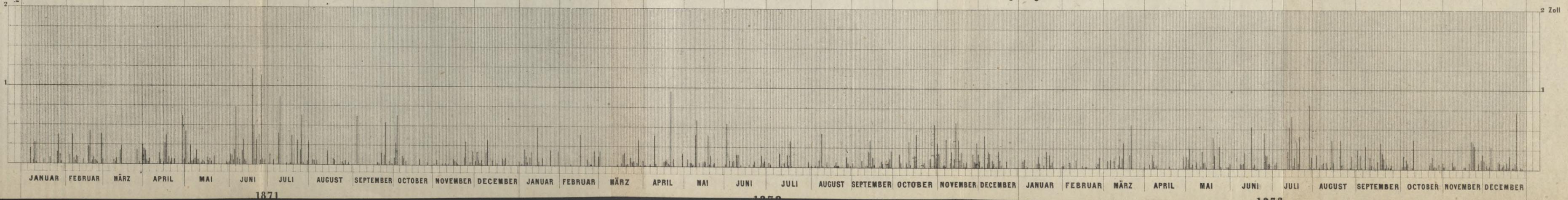
nach den amtlichen Pegel Beobachtungen aufgestellt.



# REGENHOEHEN IN BERLIN

## VON 1871 = 1873

nach den täglichen Beobachtungen des Statistischen Bureau's in natürlicher Grösse aufgetragen.





# Atmosphärische Niederschläge,

beobachtet zu

B E R L I N,

während der Jahre 1871 bis incl. 1873.

## Bemerkungen.

Die Zahlen geben die Regenhöhe in pariser Linien an. —

Die mit einem Kreuz (†) versehenen deuten an, dass der Regen während eines Gewitters gefallen. —

Die stärkeren Zahlen bezeichnen die Höhe des aus dem gefallenen Schnee gewonnenen Wassers, ebenfalls in pariser Linien. —

Die Regenhöhen von  $\frac{1}{2}$ " rheinl. und darüber sind mit  $\rho$  bezeichnet. —

1 Fuss rheinl.	=	0,966	pariser Fuss.
1 Linie rheinl.	=	0,966	pariser Linien.
2 Linien	"	=	1,932 " "
3 " "	"	=	2,898 " "
4 " "	"	=	3,864 " "
5 " "	"	=	4,830 " "
6 " "	"	=	5,796 " "

## Atmosphärischer Niederschlag.

Tag.	1871.											
	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Octbr.	Novbr.	Decbr.
1.	—	—	0,40	2,80	0,85	0,18	—	3,30	—	—	—	—
2.	—	—	—	0,87 1,55	4,58	1,65	—	—	—	1,25	0,25	0,48
3.	—	—	—	2,25	—	1,35	1,43 †	—	—	3,35	—	1,83
4.	—	1,30	—	0,51	0,20	0,68	—	0,73	ρ 6,98 †	ρ 7,48	0,60	0,68
5.	—	—	—	0,30	2,85	2,00	—	0,70	—	—	—	0,30
6.	—	4,00	—	0,38	0,28	ρ 8,68	0,65	—	—	—	—	0,88
7.	—	0,68	—	—	0,86	1,05	—	0,60	—	—	—	—
8.	{ 0,58 1,75	0,45	—	—	0,87	—	—	—	—	1,40	0,10	—
9.	—	1,32	—	—	1,85	0,65	—	—	—	1,03	—	1,85
10.	0,70	1,23	0,43	—	0,69	—	4,48 †	—	—	—	0,08	3,63
11.	3,05	—	0,10	—	—	2,00	ρ 9,77 †	—	—	—	0,75	—
12.	0,20	—	0,78	—	—	0,15	3,30	—	—	—	—	0,05
13.	—	—	—	1,60	0,28	0,68	—	—	—	—	—	0,73
14.	—	0,50	—	0,48	0,15	0,35	—	—	—	—	—	—
15.	—	—	—	—	—	—	—	2,25	—	—	—	—
16.	—	—	{ 2,63 0,08	0,15	—	—	0,04	—	—	—	0,90	0,35
17.	0,29	—	—	3,08	0,28	—	—	—	—	—	0,53	—
18.	—	{ 1,83 0,75	—	3,78	0,85	—	—	—	—	—	0,15	—
19.	—	4,83	—	0,40	—	ρ 14,00 †	0,08	1,15	0,18	—	0,08	—
20.	—	0,21	—	1,33	0,25	ρ 5,74	4,29 †	0,73	0,16	—	—	{ 0,35 0,68 0,98 0,13 1,30
21.	0,68	0,28	—	0,23	0,88	0,83	—	—	—	—	—	—
22.	—	0,90	—	0,58	—	3,40	—	—	1,84	0,93	—	—
23.	—	0,36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24.	—	0,20	—	0,42	—	4,00	3,24 †	—	1,68	—	1,10	—
25.	—	0,10	—	—	—	0,58	—	0,18	ρ 6,13	—	{ 2,90 0,48	—
26.	1,88	—	—	—	—	ρ 12,77	2,13 †	0,08	0,18	—	—	—
27.	4,00	—	—	—	—	0,65	ρ 6,96	0,40	—	—	—	—
28.	1,67	4,32	1,98	—	—	—	0,17	—	0,45	0,35	0,38	—
29.	0,17	—	—	—	—	0,13	—	0,20	—	—	—	—
30.	—	—	0,18	ρ 6,98	0,10	—	—	—	0,21	—	{ 1,43 0,55	—
31.	—	—	—	—	0,07	—	0,63 †	—	—	—	—	—
Summa pro Monat	14,97	23,26	8,61	27,69	16,04	64,67	33,87	10,32	17,81	16,54	9,58	13,17

## Atmosphärischer Niederschlag.

**1872.**

Tag.	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Octbr.	Novbr.	Decbr.
1.	{ 0,38 0,20	—	1,30	0,93	—	—	0,12	—	0,45	—	2,18	1,25
2.	—	—	2,18	0,13	—	0,43	0,65 †	—	—	—	—	—
3.	0,05	—	—	0,08	—	ρ 6,40	0,35	0,18	—	—	—	0,33
4.	—	—	—	—	1,20	—	—	—	—	—	0,30	—
5.	2,43	—	—	—	—	0,78	—	0,13	—	2,05	0,40	5,33
6.	1,55	—	—	0,25	0,40	0,15	—	1,00	—	0,75	3,90	—
7.	0,40	—	—	—	0,43	0,88 †	—	—	—	—	—	0,55
8.	—	—	—	—	0,13	0,98	—	5,23 †	0,95 †	—	—	2,50
9.	1,30	—	—	4,50	—	—	2,20 †	0,13 †	—	—	0,50	2,10
10.	1,95	0,18	—	0,53	4,65	1,73	0,18 †	—	—	0,53	2,50	—
11.	—	—	—	—	ρ 6,75	1,75	—	—	0,23	0,10	0,35	1,15
12.	—	—	—	—	—	—	0,34	0,50 †	0,17	3,70	1,45	0,68
13.	—	—	—	—	0,40	0,13	0,03 †	—	2,58	0,40	ρ 3,50 3,30	—
14.	—	—	—	—	—	—	2,18 †	—	4,25	—	—	0,07
15.	5,50	—	0,15	—	—	—	0,40	—	0,10	—	4,05	—
16.	0,60	—	—	0,50	0,60	—	3,73	—	1,48	1,87	1,43	2,55
17.	—	4,45	—	0,93	0,70	—	0,03	—	0,50	4,97	1,90	1,23
18.	—	—	0,40	1,15	0,68	—	—	0,05 †	—	—	—	0,40
19.	1,13	—	1,55	0,18	—	0,20	—	0,83	—	—	0,83	—
20.	—	—	1,73	0,15	4,65	—	—	0,08	—	—	0,13	—
21.	—	—	0,23	—	0,35	—	—	0,05	0,17	—	0,70	—
22.	—	0,85	0,30	ρ 10,95	1,55 †	0,35 †	—	—	0,55 †	0,63	—	1,00
23.	—	—	—	—	—	1,03	—	—	0,55	—	—	—
24.	—	0,20	{ 0,68 0,68	1,00	0,38	—	—	—	—	—	—	—
25.	2,20	0,08	0,50	—	0,45	—	—	—	—	—	—	—
26.	—	—	0,68	—	—	—	—	—	0,50	1,55	2,20	—
27.	—	{ 0,38 1,88	—	—	—	0,25 †	—	1,48 †	0,73	—	0,93	—
28.	—	—	0,60	—	—	1,75	—	0,75	1,20	—	0,88	—
29.	—	—	3,65	—	—	0,48	0,52	—	2,30	ρ 6,15	3,28	—
30.	—	—	0,03	1,60	—	1,00	—	0,10	—	1,73	1,40	—
31.	2,10	—	—	—	—	—	0,04	—	—	3,50	—	—
Summa pro Monat	19,79	8,02	14,66	22,88	23,32	18,29	10,77	10,51	16,71	27,93	36,11	19,14

## Atmosphärischer Niederschlag.

Tag.	1878.											
	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Octbr.	Novbr.	Decbr.
1.	—	0,05	—	—	1,45	—	—	0,15	2,90	0,30	0,23	1,03
2.	—	—	—	—	1,33	—	0,45	—	—	1,85	—	—
3.	1,18	—	0,95	—	2,85	—	1,20	2,28	2,03	0,35	—	0,38
4.	1,35	—	—	0,35	0,18	—	—	—	0,10	1,30 †	—	0,08
5.	—	0,50	1,10	—	0,23	—	—	0,33	—	0,68	—	0,10
6.	0,08	—	—	2,10	—	—	—	—	—	—	—	2,10
7.	—	—	—	1,25	—	0,58	—	0,50	3,18	—	0,60	1,00
8.	—	—	1,08	0,05	0,80	0,45	—	0,80	—	0,13	0,40	—
9.	—	1,35	—	0,18	—	0,58	—	—	—	4,20	0,38	—
10.	—	—	—	—	—	2,50	—	0,83	1,60	—	—	—
11.	—	—	0,28	—	0,18	—	—	0,28	0,48	—	—	1,35
12.	—	—	1,80	—	2,45	—	2,73	—	—	—	—	1,03
13.	0,35	0,23	0,35	—	0,80	—	0,615 †	0,05	—	—	—	0,08
14.	1,68	—	1,50	—	0,85	—	—	4,25 †	—	—	—	0,10
15.	0,45	0,20	3,60	—	0,05	0,615	0,773 †	0,78	0,55	—	—	0,50
16.	—	0,10	—	—	—	0,10	0,50 †	—	—	—	0,20	0,20
17.	—	—	—	—	—	0,60	1,58	—	3,68	—	0,05	1,05
18.	0,33	—	—	—	—	—	—	—	2,40	—	—	0,35
19.	—	—	—	0,25	—	—	3,90	—	1,50	—	—	2,25
20.	2,60	—	0,75 1,38	—	4,60	—	0,68	3,95 †	0,23	—	0,65	—
21.	—	—	0,75 1,38 1,25	—	2,38	—	4,80	0,65	0,55	0,50	—	0,23
22.	1,15 0,70	—	—	—	—	—	—	—	0,18	1,15	2,70 1,58	0,10
23.	0,35	0,35	—	—	—	—	—	—	—	1,75	4,00	0,68
24.	0,68	0,65	—	—	3,18	5,10 †	—	—	0,50	0,08	3,40	8,48
25.	—	1,45	—	—	0,38	2,15	—	—	—	0,10	—	0,13
26.	—	—	—	—	—	2,00	—	—	—	0,13	—	—
27.	—	—	—	—	—	0,70	—	0,05	—	—	0,58	0,05
28.	—	—	—	—	—	0,68	—	1,75 †	—	0,60	—	0,08
29.	—	—	—	1,78	0,23	—	0,948 †	—	—	—	1,25	—
30.	—	—	—	0,45	0,10	—	1,80	—	—	—	1,93	—
31.	0,05	—	0,05	—	0,85	—	—	—	—	0,70	—	—
Summa pro Monat	10,95	4,88	19,07	6,41	22,89	21,59	41,00	16,65	19,88	13,82	17,96	21,35

## Nachweisung

sämmtlicher Niederschläge, welche im Laufe der Jahre 1871 bis 1873 in Berlin amtlich beobachtet sind, nach Monaten zusammengestellt.

M o n a t	1871.		1872.		1873.	
	Tage	Summa Nieder- schlag.	Tage	Summa Nieder- schlag.	Tage	Summa Nieder- schlag.
	Zahl.	par. Linien.	Zahl.	par. Linien.	Zahl.	par. Linien.
Januar . . . . .	10	14,97	12	19,79	12	10,95
Februar . . . . .	16	23,26	6	8,02	9	4,88
März . . . . .	8	8,61	14	14,66	11	19,07
April . . . . .	17	27,69	14	22,88	8	6,41
Mai . . . . .	18	16,04	15	23,32	18	22,89
Juni . . . . .	21	64,67	16	18,29	12	21,59
Juli . . . . .	12	33,87	13	10,77	12	41,00
August . . . . .	11	10,32	13	10,51	14	16,65
September . . . . .	9	17,81	16	16,71	14	19,88
October . . . . .	8	16,54	13	27,93	15	13,82
November . . . . .	13	9,58	20	36,11	13	17,96
December . . . . .	12	14,17	13	19,14	21	21,35
Summa	155	257,53	165	228,13	159	216,45

In den Jahren 1871—1873 incl. hat mithin zusammen an 479 Tagen ein Niederschlag stattgefunden, dessen Höhe zusammen 702,11 par. Linien beträgt.

Durchschnittlich hat es in jedem dieser Jahre an 159,66 Tagen geregnet. Diese 159,66 Tage ergeben einen Niederschlag von zusammen 234,04 pariser Linien = 20,19 preussische Zoll.

An jedem der vorgenannten Tage ergibt sich daher durchschnittlich ein Niederschlag von 0,126 preussische Zoll.

## Nachweisung

der  $\frac{1}{2}$  Zoll und mehr betragenden täglichen Niederschläge, welche im Laufe der Jahre 1871 bis 1873 in Berlin amtlich beobachtet sind.

M o n a t.	1871.		1872.		1873.	
	Tage	Summa Nieder- schlag.	Tage	Summa Nieder- schlag.	Tage	Summa Nieder- schlag.
	Zahl.	par. Linien.	Zahl.	par. Linien.	Zahl.	par. Linien.
Januar . . . . .	—	—	—	—	—	—
Februar . . . . .	—	—	—	—	—	—
März . . . . .	—	—	—	—	1	6,23
April . . . . .	1	6,98	1	10,95	—	—
Mai . . . . .	—	—	1	6,75	—	—
Juni . . . . .	4	41,19	1	6,40	1	6,15
Juli . . . . .	2	16,73	—	—	3	23,36
August . . . . .	—	—	—	—	—	—
September . . . . .	2	13,11	—	—	—	—
October . . . . .	1	7,48	1	6,15	—	—
November . . . . .	—	—	1	6,80	—	—
December . . . . .	—	—	—	—	1	8,48
Summa	10	85,49	5	37,05	6	44,22

In den Jahren 1871—1873 incl. hat es mithin an 21 Tagen  $\frac{1}{2}$  Zoll oder mehr geregnet. Diese 21 Tage haben zusammen einen Niederschlag von 166,76 pariser Linien ergeben.

Durchschnittlich hat es in jedem dieser Jahre an 7 Tagen  $\frac{1}{2}$  Zoll oder mehr geregnet. Diese 7 Tage ergeben einen Niederschlag von zusammen 55,59 pariser Linien = 4,80 preussische Zoll.

An jedem der genannten Tage ergibt sich daher durchschnittlich ein Niederschlag von 0,685 preussische Zoll. —

J a h r.	Zahl der Regen- Tage.	Gesamte Regenhöhe in		Regen- höhe eines Tages in preuss. Zoll.	Zahl der Tage mit $\frac{1}{3}$ " und mehr Niederschlag.	Gesamte Regenhöhe in		Regen- höhe eines Tages in preuss. Zoll.	Grösste Regenhöhe an einem Tage in	
		pariser Linien.	preuss. Zoll.			pariser Linien.	preuss. Zoll.		paris. Lin.	preuss. Zoll.
1849	124	196,84	16,980	0,137	5	37,14	3,205	0,641	8,33	0,718
1850	158	282,33	24,355	0,154	8	62,56	5,397	0,675	11,28	0,972
1851	161	272,46	23,504	0,146	8	71,12	6,135	0,767	15,35	1,324
1852	164	297,65	25,677	0,156	9	87,90	7,583	0,843	16,88	1,452
1853	159	269,50	23,248	0,146	9	83,76	7,226	0,803	20,47	1,766
Mittel . .	<b>153,20</b>	<b>263,756</b>	<b>22,753</b>	<b>0,148</b>	<b>7,80</b>	<b>68,496</b>	<b>5,909</b>	<b>0,757</b>	—	—
1854	158	277,07	23,901	0,151	9	83,82	7,231	0,803	17,97	1,550
1855	148	272,16	23,478	0,158	8	81,72	7,050	0,881	19,40	1,673
1856	150	207,23	17,877	0,119	3	21,72	1,874	0,625	8,44	0,728
1857	126	157,99	13,629	0,108	3	21,76	1,877	0,626	7,49	0,646
1858	131	329,20	28,399	0,216	16	197,52	17,041	1,065	29,58	2,551
Mittel . .	<b>142,60</b>	<b>248,730</b>	<b>21,457</b>	<b>0,150</b>	<b>7,80</b>	<b>81,308</b>	<b>7,015</b>	<b>0,899</b>	—	—
1859	162	254,52	21,956	0,135	5	42,03	3,626	0,725	9,92	0,856
1860	170	333,06	28,732	0,163	11	122,27	10,549	0,959	33,82	2,917
1861	172	301,73	26,029	0,151	5	57,12	4,928	0,986	19,63	1,693
1862	149	289,80	25,000	0,168	5	49,71	4,289	0,858	17,25	1,488
1863	161	250,30	21,592	0,134	6	70,54	6,085	1,014	14,99	1,293
Mittel . .	<b>162,80</b>	<b>285,882</b>	<b>24,662</b>	<b>0,151</b>	<b>6,40</b>	<b>68,334</b>	<b>5,895</b>	<b>0,921</b>	—	—
1864	150	241,83	20,862	0,139	10	75,43	6,507	0,651	9,37	0,808
1865	146	227,01	19,583	0,134	5	32,42	2,797	0,559	7,83	0,675
1866	169	285,77	24,652	0,146	9	70,05	6,043	0,671	11,28	0,973
1867	205	286,01	24,673	0,120	4	27,80	2,399	0,600	8,52	0,735
1868	165	262,59	22,653	0,137	6	51,48	4,442	0,740	16,75	1,445
Mittel . .	<b>167,00</b>	<b>260,642</b>	<b>22,484</b>	<b>0,135</b>	<b>6,80</b>	<b>51,436</b>	<b>4,439</b>	<b>0,653</b>	—	—
1869	183	267,35	23,063	0,126	5	48,16	4,155	0,831	12,83	1,107
1870	174	314,83	27,159	0,156	12	108,65	9,374	0,781	17,50	1,509
1871	155	257,53	22,216	0,143	10	85,49	7,375	0,737	14,00	1,208
1872	165	228,13	19,680	0,119	5	37,05	3,197	0,639	10,95	0,944
1873	159	216,45	18,672	0,117	6	44,22	3,815	0,636	9,48	0,818
Mittel . .	<b>167,20</b>	<b>256,858</b>	<b>22,158</b>	<b>0,133</b>	<b>7,60</b>	<b>64,714</b>	<b>5,583</b>	<b>0,735</b>	—	—
Mittel aus 25 Jahren.	<b>158,56</b>	<b>263,174</b>	<b>22,702</b>	<b>0,143</b>	<b>7,28</b>	<b>66,858</b>	<b>5,768</b>	<b>0,792</b>	—	—

### III. Die Boden-Temperatur-Messungen in Berlin.

Die gemischte städtische Deputation für die Reinigung und Entwässerung Berlins beschloss in ihrer Sitzung vom 4. November 1871 ad II, 2, b, bei Berathung des Etats für das Jahr 1872:

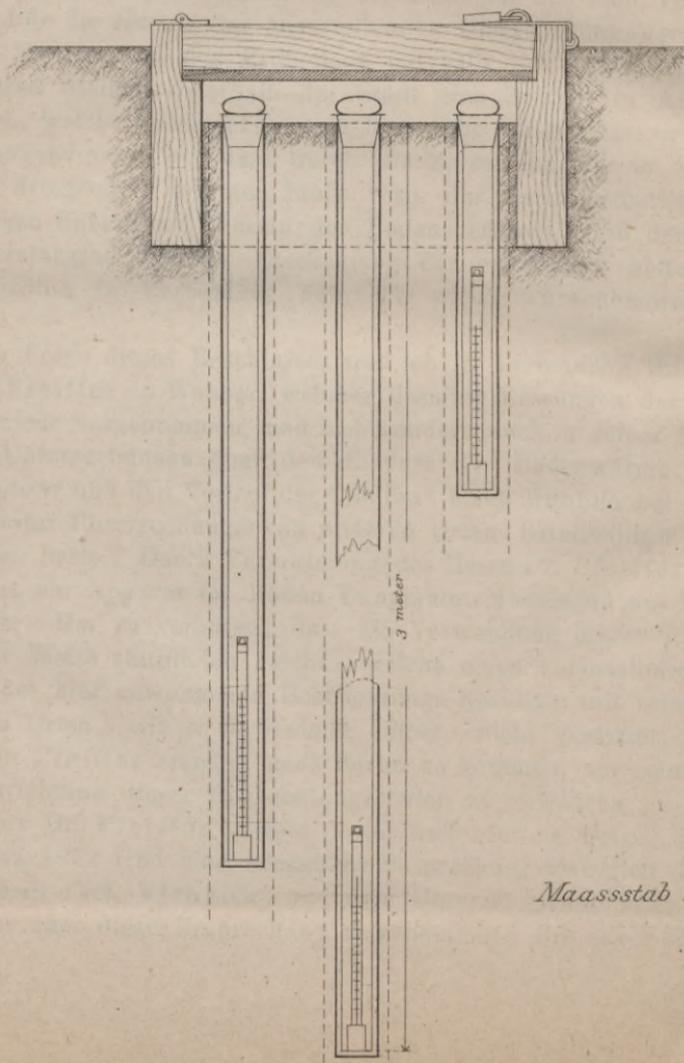
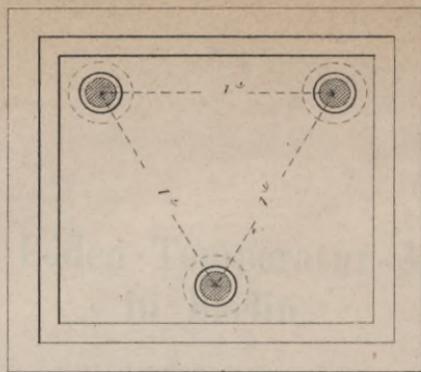
„Für die Kosten der anzustellenden Untersuchung der Temperatur-Verhältnisse des Erdbodens oberhalb des Grundwassers an mehreren Stellen innerhalb der Stadt eine Summe in Ansatz zu bringen, welche Untersuchung mit Rücksicht darauf, dass in neuerer Zeit angenommen ist, dass durch die Zersetzung der in den Erdboden dringenden unreinen Stoffe resp. der darin befindlichen organischen Substanzen Wärme des Bodens erzeugt, und der höhere Temperaturgrad mit der Erscheinung der epidemisch auftretenden Krankheiten in Verbindung gebracht wird, wünschenswerth erscheint.“ —

In Folge dieses Beschlusses trat ich in Verbindung mit Herrn Dr. L. Pfeiffer in Weimar, welcher daselbst Messungen der Boden-Temperatur vorgenommen, und insbesondere auch in seiner Abhandlung „Untersuchungen über den Einfluss der Bodenwärme auf die Verbreitung und den Verlauf der Cholera“ seine Mithilfe bei Boden-Temperatur-Untersuchungen an anderen Orten bereitwilligst ausgesprochen hatte. Durch Vermittelung des Herrn Dr. Pfeiffer wurde zunächst ein Apparat für Boden-Temperatur-Messungen aus Weimar bezogen. Um zu verhüten, dass die Verwendung dieses Apparats in einer Weise stattfinden möchte, welche einen unmittelbaren Vergleich der hier gewonnenen Beobachtungs-Resultate mit solchen an anderen Orten, wie z. B. Weimar selbst, nicht gestattet, wurde Herr Dr. Pfeiffer ersucht, nach Berlin zu kommen, um seine Hülfe bei Einrichtung dieser Beobachtungsstellen zu gewähren.

Herr Dr. Pfeiffer leistete dieser Aufforderung Folge, und am 26. März 1872 fand eine bezügliche Besprechung zwischen demselben, Herrn Prof. Virchow, und dem Unterzeichneten statt.

Das über diese Besprechung aufgenommene Protokoll lautet:





*Maasstab 1:10.*

Berlin, den 26. März 1872.

Herr Dr. Pfeiffer aus Weimar schlägt bezüglich der Boden-Temperatur-Messungen in Berlin vor:

1. Die physikalische Beschaffenheit z. B.,
  - a. Sand,
  - b. Thon,
  - c. Moorboden,
  - d. Infusorien- (Diatomeen-) Erde,

2. Die Cholera-Intensität des Jahres 1866

zu Grunde zu legen, so dass in jedem der 5 Gebiete der nach Sterblichkeits-Graden eingetheilten Cholerakarte des Berliner Gemeindekalenders pro 1867, wenn möglich jede der obigen Bodengattungen durch Messung Berücksichtigung findet.

Ferner wünscht Herr Dr. Pfeiffer,

3. dass bei den Temperaturmessungen des Bodens das zeitlich verschiedene Auftreten gehäufte Cholerafälle in verschiedenen Stadttheilen (auch bei sonst gleicher summarischer Intensität, cfr. die Karte) durch Beobachtungs-Stationen Berücksichtigung finde.

Diese sämtlichen Beobachtungsstellen sollen auf der Strasse, dem Hof oder Garten an geeigneter Stelle gemacht werden und zwar so:

1. es wird mit einem gewöhnlichen Brunnenbohrer das verticale Loch für das Beobachtungsrohr gemacht;
2. demnächst das Rohr eingesetzt;
3. dann der Zwischenraum mit magerem Cementmörtel oder bloss mit Sand, welcher einzuschlämmen ist, ausgefüllt;
4. über den Rohren\*) ist ein Holzkasten so einzusetzen, dass seine obere Fläche (ein Deckel) bindig mit der Terrain-Oberkante ist; der Deckel liegt etwa 1 Dm. über dem Rohrdeckel (Oberkante des Rohrs);
5. die Thermometer sind demnach so zu versetzen, dass die Thermometerkugel (Unterkante der Blechkapsel um die Kugel) genau  $\frac{1}{2}$  oder 1 oder 3 M. unter Terrainoberkante liegt;
6. der Zwischenraum zwischen Deckel und Beobachtungsrohr ist mit einem schlechten Wärmeleiter (Decke, Fries, Stroh), auszufüllen;

---

\*) Eine jede Beobachtungs-Station besteht aus 3 Rohren, von je 0,5 M. 1 M. und 3 M. Länge, welche in Dreiecksform, mit 1 Fuss Entfernung von einander, abgesenkt werden; siehe die nebenstehende Zeichnung.

7. in das Beobachtungsrohr ist ca. 5 Cm. hoch Glycerin eingiessen. —

Es genügt, die Beobachtungen alle 14 Tage zu machen; bei Epidemien würde indessen eine häufigere Besichtigung namentlich des flachsten Thermometers indicirt sein.

Es empfiehlt sich ferner, in Kellern eine Beobachtungs-Station so einzurichten, dass dort 1 Rohr eingesenkt wird, und so tief, dass die Thermometerkugel genau 3 M. unter Terrain-Oberkante (Strassenpflaster) liegt; hierbei würden besonders Cholera-Häuser oder Keller in dumpf oder kalt gelegenen Häusern zu berücksichtigen sein.

Ob bei Beobachtungen neben oder an Stelle der Intensität der Cholera die Intensität des Typhus massgebend sein soll, würde der Entscheidung der hiesigen ärztlichen Sachverständigen anheimzugeben sein.

Herr Prof. Virchow macht auf die Unzuverlässigkeit der qu. Cholerakarte aufmerksam, und proponirt, statt der in derselben angegebenen Grenzen und Mortalitäts-Bezirke, die Grundwasser-Bezirke, wie solche jetzt hier der Mortalitäts-Statistik zu Grunde gelegt sind, zu benutzen. Herr Dr. Pfeiffer erkennt die Richtigkeit des Einwandes an, und wünscht nnr, dass kleine Bezirke oder Häuser, welche als Herde von Epidemien anzusehen sind, besonders durch Extra-Beobachtungen berücksichtigt werden.

---

Ich ertheilte nunmehr Herrn Richard Brauer in Weimar, welcher von Herrn Dr. Pfeiffer empfohlen war, den Auftrag, die Wärmemesser für 20 Stationen, in der ihm bekannten Art und Weise für Berlin anzufertigen.

Da die Herstellung und Berichtigung der zu diesen Apparaten verwendeten Thermometer ihrer Genauigkeit wegen, lange Zeit in Anspruch nimmt, konnte der Auftrag erst Ende des Monats Juli ausgeführt werden.

Bei der Auswahl der bezüglichen Stationen ist darauf Bedacht genommen, dieselben möglichst nahe den vorhandenen Grundwasser-Standröhren in den resp. Grundwasser-Bezirken zu legen; auf beiliegendem Plan von Berlin sind die Grenzen der Grundwasser-Bezirke und die Stationspunkte für die Boden-Temperatur-Messungen verzeichnet. Für diese sind auch die Nummern der Grundwasser-Standrohre beibehalten worden.

Im Laufe des October 1872 wurden den mit Dr. Pfeiffer vereinbarten Bestimmungen gemäss, 14 Stationen eingerichtet, und am 1. November ej. a. die Beobachtungen begonnen, welche seitdem regelmässig am 1. und 15. jedes Monats fortgesetzt sind.

Die beiliegende Tabelle III. giebt für die 3 verschiedenen Tiefen die Resultate der einzelnen Beobachtungen, die betreffenden Tagesmittel aus allen Stationen, die Jahresmittel der einzelnen und aller Stationen, die maximalen und minimalen Temperaturen und zwischen diesen die Differenzen an.

Die graphischen Darstellungen, Blatt 1 bis 14, zeigen die tägliche Luftwärme in Maximum- und Minimum-Angaben, und darunter die Bodentemperaturen an den entsprechenden Tagen für je eine Beobachtungs-Station in den 3 verschiedenen Tiefen. — Blatt 15 giebt unter der Luftwärme die gemittelten Temperaturen des Bodens aus allen Stationen, und (darunter) die aus allen Standröhren gemittelte Temperatur des Grundwassers an den entsprechenden Tagen an.





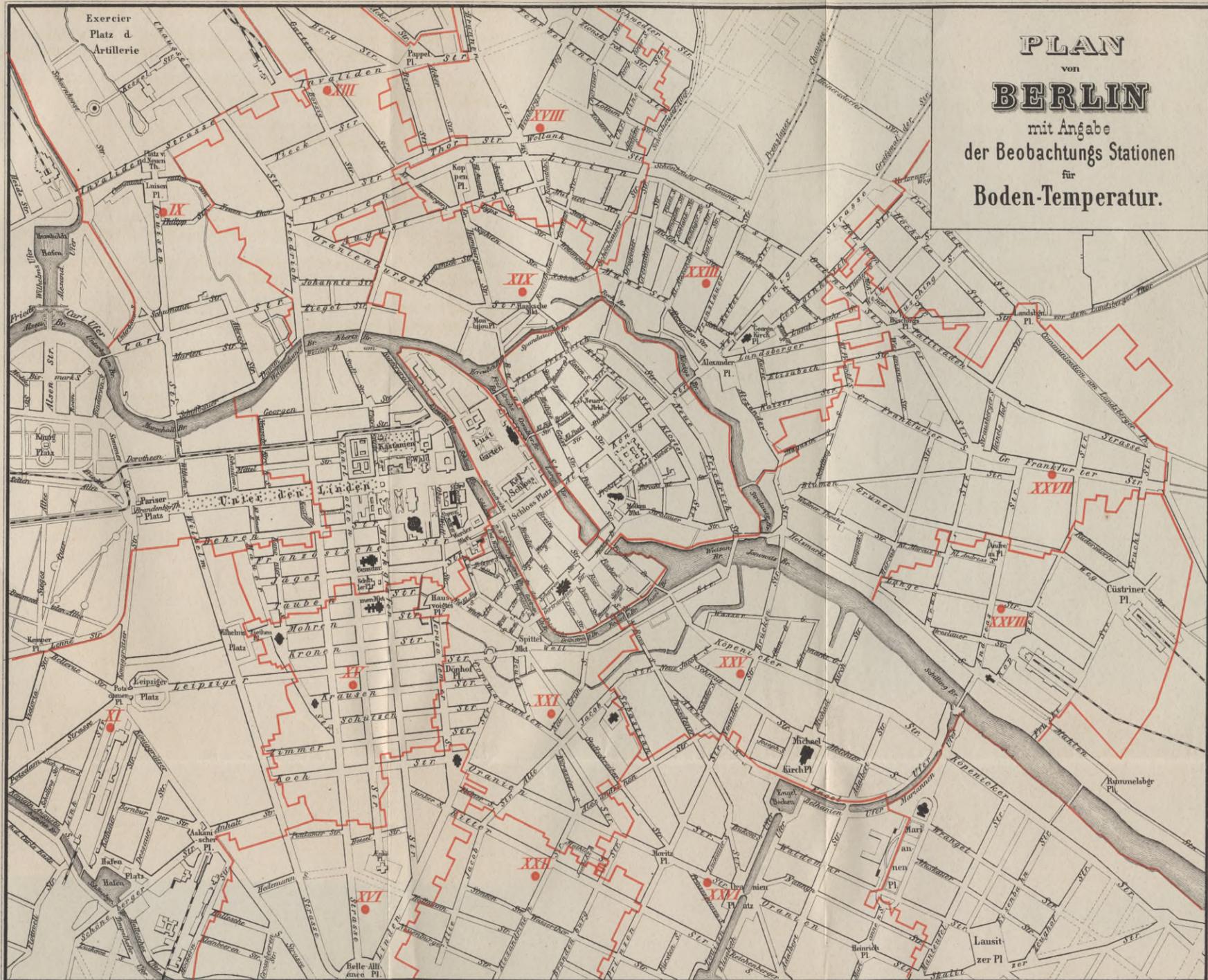
# Boden-Temperatur,

Tabelle III.

Datum.	in der Tiefe von 0,5 Meter.															in der Tiefe von 1,0 Meter.															in der Tiefe von 3,0 Meter.														
	St. IX.	St. XI.	St. XIII.	St. XV.	St. XVI.	St. XVIII.	St. XIX.	St. XXI.	St. XXII.	St. XXIII.	St. XXV.	St. XXVI.	St. XXVII.	St. XXVIII.	Mittel.	St. IX.	St. XI.	St. XIII.	St. XV.	St. XVI.	St. XVIII.	St. XIX.	St. XXI.	St. XXII.	St. XXIII.	St. XXV.	St. XXVI.	St. XXVII.	St. XXVIII.	Mittel.	St. IX.	St. XI.	St. XIII.	St. XV.	St. XVI.	St. XVIII.	St. XIX.	St. XXI.	St. XXII.	St. XXIII.	St. XXV.	St. XXVI.	St. XXVII.	St. XXVIII.	Mittel.
1872																																													
November 1.	9,6	11,2	11,5	10,8	10,9	10,5	10,8	10,4	10,6	10,9	10,2	12,8	12,2	12,2	11,04	10,9	11,6	12,0	10,9	11,8	11,7	11,4	11,0	11,3	10,9	11,0	13,6	11,3	13,8	11,66	12,1	12,9	12,5	12,7	12,6	12,8	12,4	10,4	12,2	12,9	12,3	14,3	13,2	13,2	12,61
» 15.	5,2	7,0	8,2	7,2	6,9	7,2	8,2	7,2	6,6	7,7	5,8	10,0	5,8	9,6	7,33	7,6	9,6	10,3	9,9	10,0	9,7	10,3	9,4	9,8	9,1	9,2	12,1	8,8	12,4	9,87	10,6	12,6	13,0	12,2	12,3	12,1	12,3	10,0	11,8	12,2	12,0	13,8	13,8	13,0	12,19
December 1.	7,4	9,6	9,1	8,1	8,6	7,7	8,9	6,8	7,8	8,8	7,7	11,1	7,5	10,5	8,54	8,6	9,8	9,7	9,1	9,8	8,7	9,6	8,5	9,3	8,9	7,7	12,0	8,8	11,8	9,45	10,6	12,0	12,2	11,5	11,6	11,0	11,6	9,3	11,3	11,6	11,5	13,2	11,8	12,4	11,54
» 15.	4,2	6,8	7,2	5,3	5,8	4,8	6,2	5,1	4,6	5,9	4,9	8,7	4,2	7,2	5,78	6,4	8,4	8,3	7,8	8,4	7,1	8,3	7,2	7,8	7,1	7,3	10,8	7,0	9,8	7,98	10,0	11,8	11,9	11,2	11,2	10,3	11,2	8,8	11,0	11,2	11,0	13,0	11,2	12,0	11,13
1873																																													
Januar 1.	2,4	5,4	5,0	3,7	4,3	3,1	4,8	2,3	3,3	4,1	3,0	7,3	2,6	6,0	4,09	3,9	6,4	6,1	5,7	6,3	4,9	6,0	4,9	6,0	5,2	5,3	9,2	5,0	8,2	5,94	8,6	11,0	10,8	10,5	10,4	9,1	10,2	7,9	10,4	10,1	10,4	12,6	10,2	11,2	10,24
» 15.	5,8	7,8	7,2	5,1	7,0	5,4	6,2	5,9	6,8	7,1	5,9	10,0	5,9	8,3	6,74	6,8	8,2	7,4	6,4	7,4	5,4	6,7	6,0	7,2	6,5	6,4	10,2	6,2	9,0	7,13	8,4	10,6	10,6	10,0	9,8	8,2	9,6	7,3	9,8	9,6	9,8	12,2	10,2	10,6	9,72
Februar 1.	2,0	4,0	4,1	3,3	3,5	2,4	3,7	1,9	2,4	3,5	2,8	7,0	2,2	5,2	3,43	4,0	6,2	6,1	5,7	6,2	4,5	6,3	5,1	6,0	5,0	5,3	9,4	5,3	7,8	5,92	8,4	10,6	10,5	9,8	9,6	8,0	9,4	7,1	9,4	9,5	9,6	12,0	9,4	10,4	9,55
» 15.	1,0	3,2	2,8	2,3	2,8	1,2	2,5	1,9	1,8	2,6	1,9	6,4	1,4	4,3	2,58	2,6	4,8	4,6	4,4	5,3	3,1	4,5	2,4	4,8	3,9	4,1	8,6	3,8	6,6	4,54	7,4	10,0	9,9	9,3	9,2	7,3	8,8	6,4	9,2	8,8	9,2	11,6	8,8	10,0	8,99
März 1.	1,4	4,8	4,0	2,5	3,8	1,5	3,0	2,2	2,7	3,4	2,3	7,3	1,9	5,0	3,27	2,6	5,2	4,9	4,2	5,3	2,8	4,2	3,5	4,8	3,9	3,8	8,8	3,8	6,7	4,61	7,0	9,4	9,5	8,9	8,6	6,6	8,2	5,8	8,7	8,3	8,7	11,4	8,2	9,4	8,48
» 15.	3,2	5,8	5,4	4,3	4,8	3,1	4,4	3,8	3,8	4,2	3,5	8,2	3,7	6,0	4,59	4,3	6,6	6,2	5,4	6,3	4,0	5,2	4,7	5,8	5,0	4,8	9,7	5,6	7,6	5,80	7,0	9,4	9,5	8,6	8,4	6,2	8,0	5,8	8,5	8,2	8,4	11,2	9,0	9,2	8,31
April 1.	6,2	8,6	8,6	7,5	8,1	7,1	6,4	6,1	6,4	6,8	5,5	10,6	6,8	9,2	7,42	5,8	7,6	7,6	7,7	7,6	5,7	5,9	5,5	6,5	5,9	5,4	10,5	6,6	8,7	6,93	7,2	9,2	9,6	8,4	8,3	6,2	7,8	5,8	8,3	8,1	8,2	11,0	7,9	8,9	8,21
» 15.	7,0	8,4	9,0	8,2	8,1	7,5	7,0	7,0	6,8	7,5	6,5	10,1	8,6	9,7	7,96	7,0	8,0	8,7	7,9	8,2	6,9	6,9	7,7	7,3	6,8	6,4	10,2	7,2	9,5	7,76	7,8	9,4	9,7	8,7	8,7	6,8	8,1	6,1	8,6	7,6	8,2	11,1	7,7	9,1	8,40
Mai 1.	6,3	8,0	8,3	8,2	7,8	8,1	6,6	6,4	6,1	7,1	5,8	9,4	7,4	9,4	7,49	7,2	8,2	8,9	8,6	8,5	8,2	6,4	6,8	7,6	7,3	6,6	10,3	8,2	10,3	8,08	8,2	9,8	10,0	9,0	9,1	7,5	8,6	6,4	9,0	8,9	8,4	11,0	8,4	9,5	8,84
» 15.	9,8	10,8	11,1	11,2	10,2	10,9	9,5	9,9	8,4	10,4	8,8	11,8	10,4	11,5	10,34	10,2	10,4	10,5	10,7	10,2	10,3	9,2	9,1	9,0	9,8	8,8	11,8	10,4	11,7	10,15	8,8	10,0	10,2	9,2	9,3	8,0	8,8	6,6	9,2	9,2	8,7	11,0	8,7	9,8	9,11
Juni 1.	11,6	12,0	12,2	11,7	10,8	11,9	10,5	10,9	9,6	12,1	10,2	12,6	12,6	12,4	10,87	11,2	11,4	11,5	11,2	10,8	11,1	10,1	10,1	9,7	10,8	9,8	12,4	11,0	12,2	10,95	9,6	10,6	10,7	9,7	9,8	9,0	9,4	7,3	9,6	9,9	9,2	11,4	9,3	10,2	9,69
» 15.	16,0	15,2	16,6	14,4	14,2	16,5	14,5	14,6	13,2	16,8	13,6	16,5	14,6	16,8	15,25	15,2	13,4	14,4	13,8	12,4	14,2	12,4	12,3	11,4	14,2	12,1	14,7	13,1	15,0	13,47	10,8	11,0	11,2	10,6	10,2	10,0	10,0	8,0	10,0	9,7	11,8	9,8	10,6	10,31	
Juli 1.	19,0	16,2	16,9	16,4	14,1	17,0	15,4	15,3	14,7	17,3	14,1	16,8	14,0	16,6	15,99	16,4	15,0	15,8	14,9	14,0	15,6	14,0	13,8	12,5	15,4	13,4	16,1	12,3	16,0	14,66	12,4	12,0	12,2	10,8	10,1	11,3	11,0	8,9	10,4	12,0	10,6	12,4	10,3	10,8	11,09
» 15.	20,0	17,8	19,2	18,1	16,5	19,2	17,7	17,2	16,0	19,0	16,3	18,9	16,1	18,2	17,87	18,8	16,6	17,4	15,8	14,7	17,2	15,6	15,1	14,3	17,5	14,8	16,8	14,5	18,1	16,09	13,2	12,6	12,8	11,4	10,8	12,2	11,7	9,6	10,7	12,8	12,2	12,7	10,5	12,8	11,86
August 1.	21,4	19,2	21,0	18,7	18,1	20,6	18,6	18,6	17,8	21,1	17,8	20,6	18,8	21,0	19,52	20,8	17,4	18,8	16,5	16,0	18,4	16,4	16,1	15,6	19,0	16,0	18,8	16,1	18,4	17,45	14,0	13,4	12,2	12,0	12,4	13,1	12,6	10,4	12,2	13,6	12,0	14,1	11,4	13,5	12,64
» 15.	17,0	16,6	17,4	16,0	16,0	18,0	16,1	16,0	15,0	16,5	14,4	17,4	15,2	18,0	16,40	17,2	16,6	17,4	16,0	15,3	18,0	15,9	15,6	14,5	16,8	14,4	17,4	15,1	18,2	16,31	14,6	13,8	11,5	12,5	13,0	14,0	13,3	11,0	12,4	14,4	12,6	14,4	12,1	14,0	13,11
September 1.	17,8	17,4	18,4	16,2	16,4	18,7	16,8	16,4	16,0	17,0	16,1	19,0	16,3	18,2	17,14	17,8	17,4	18,2	16,2	16,2	18,5	16,4	16,0	15,3	17,4	16,0	18,4	16,1	19,0	16,99	14,8	14,0	15,8	12,8	13,2	14,4	12,6	11,3	13,0	14,6	13,0	15,1	12,3	14,2	13,65
» 15.	14,6	15,4	15,8	14,2	14,4	16,0	14,6	14,4	14,1	14,8	14,0	16,2	14,4	16,4	14,95	14,8	15,0	15,6	14,4	14,3	15,9	14,7	14,2	14,0	14,7	14,2	16,2	14,1	17,0	14,94	14,4	14,2	15,4	13,0	13,3	14,5	13,8	11,4	12,1	14,6	13,2	15,1	12,4	14,3	13,69
October 1.	11,6	13,1	13,8	12,8	13,1	13,4	12,6	12,4	12,0	11,4	11,9	14,4	12,2	14,3	12,79	12,6	13,3	14,0	13,1	13,4	14,2	13,2	12,6	12,4	12,4	12,7	15,1	13,1	14,2	13,31	13,4	13,8	14,6	12,6	13,2	14,0	13,5	11,2	13,0	14,1	13,1	14,4	12,3	14,1	13,38
» 15.	12,4	14,0	14,0	13,9	13,4	13,4	13,0	12,6	12,2	12,6	12,5	14,1	12,4	15,0	13,25	13,0	13,8	13,8	13,5	13,5	13,6	13,2	12,6	12,4	12,8	12,9	14,2	12,4	15,3	13,36	13,1	13,6	14,4	12,5	13,1	13,8	13,4	11,0	12,4	13,6	12,9	14,4	12,2	15,0	13,24
November 1.	7,8	9,8	10,0	9,5	10,0	8,8	9,5	8,9	8,3	8,3	8,8	10,4	11,0	10,4	9,39	9,7	10,8	11,3	10,8	11,1	10,8	11,2	10,4	10,4	9,7	10,5	12,0	12,3	13,0	11,00	12,1	13,2	13,8	12,2	13,0	12,8	12,8	10,6	12,3	13,0	12,6	14,0	13,4	13,3	12,79
» 15.	4,0	7,2	6,6	6,4	6,3	5,0	6,4	5,6	5,0	5,0	5,2	8,0	6,0	7,1	5,99	6,9	9,2	8,2	9,0	10,0	8,3	9,2	8,4	9,0	7,5	8,6	10,1	9,0	10,3	8,84	11,0	12,6	13,0	12,0	12,3	11,9	12,2	10,0	12,1	12,2	12,1	12,2	11,4	13,0	12,00
December 1.	6,6	9,3	8,1	7,8	7,3	6,8	7,6	7,1	7,2	7,1	6,8	9,1	7,4	9,1	7,66	7,4	9,3	8,6	9,2	8,9	7,4	8,4	7,8	8,3	7,8	7,0	9,9	8,4	10,1	8,46	9,9	12,0	12,0	11,2	11,9	10,6	11,2	9,2	10,2	11,2	11,4	12,0	11,1	12,0	11,14
» 15.	3,8	6,9	5,6	5,4	5,4	3,5	5,1	4,5	5,0	5,0	4,4	6,2	5,1	6,3	5,15	5,2	7,7	7,0	7,6	8,2	5,4	6,8	6,0	6,0	6,0	6,3	7,4	7,2	8,3	6,79	9,3	11,6	11,4	10,5	11,2	9,8	10,6	8,7	10,4	10,6	10,8	11,2	10,4	11,3	10,56
Jahresmittel	9,53	10,70	10,88	10,74	9,85	9,96	9,69	9,42	8,94	10,03	8,84	10,76	9,46	11,43	10,005	10,06	10,77	10,96	10,36	10,42	10,18	9,95	9,45	9,62	10,05	9,40	12,42	9,87	12,13																

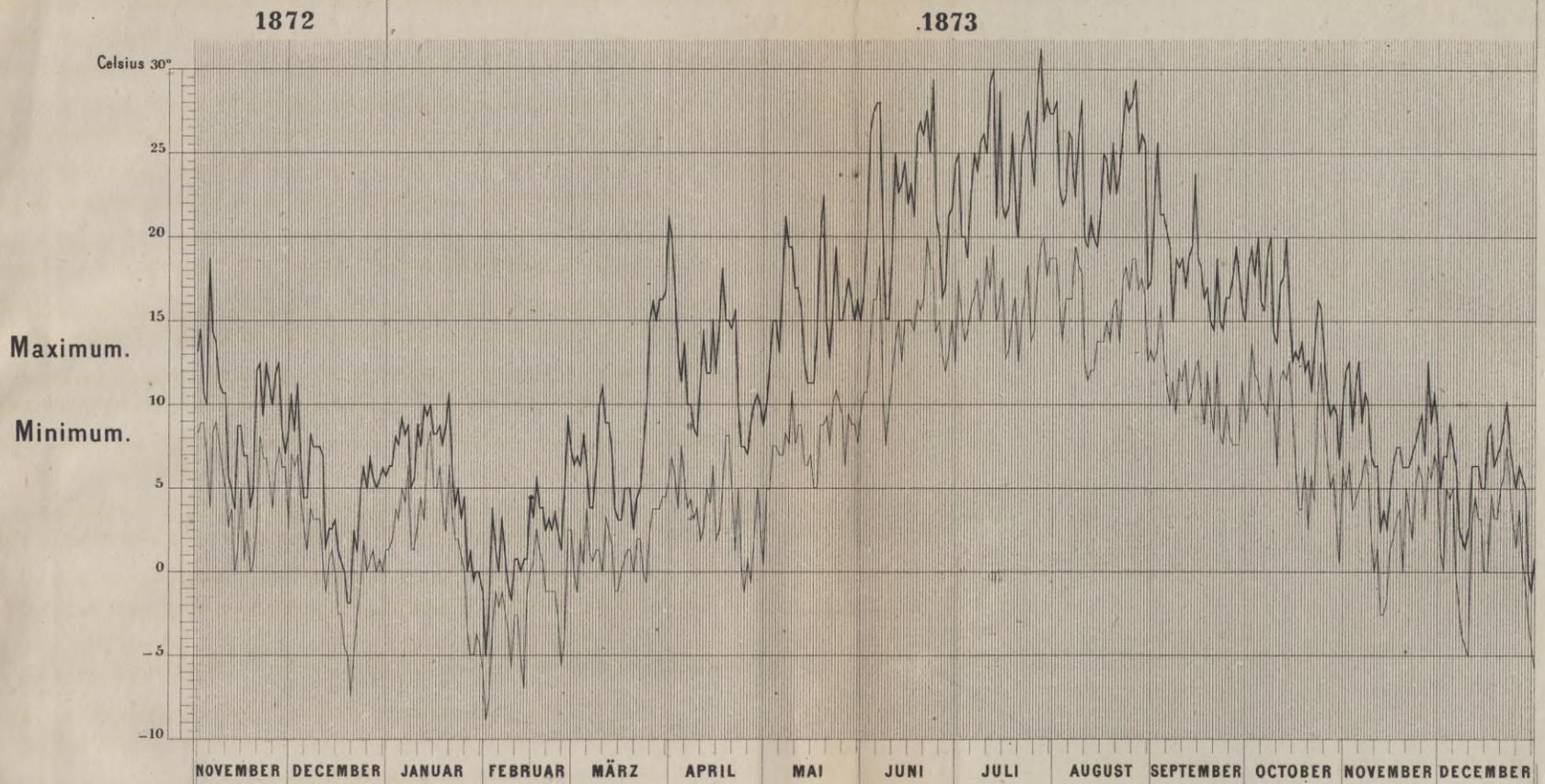


PLAN  
VON  
**BERLIN**  
mit Angabe  
der Beobachtungs Stationen  
für  
Boden-Temperatur.



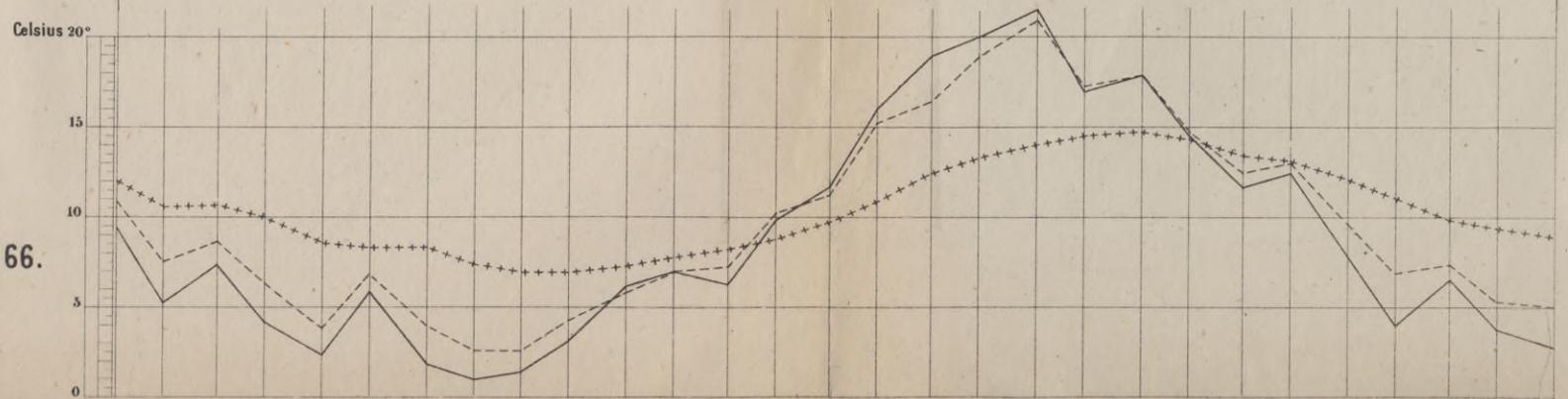


## Temperatur der Luft.



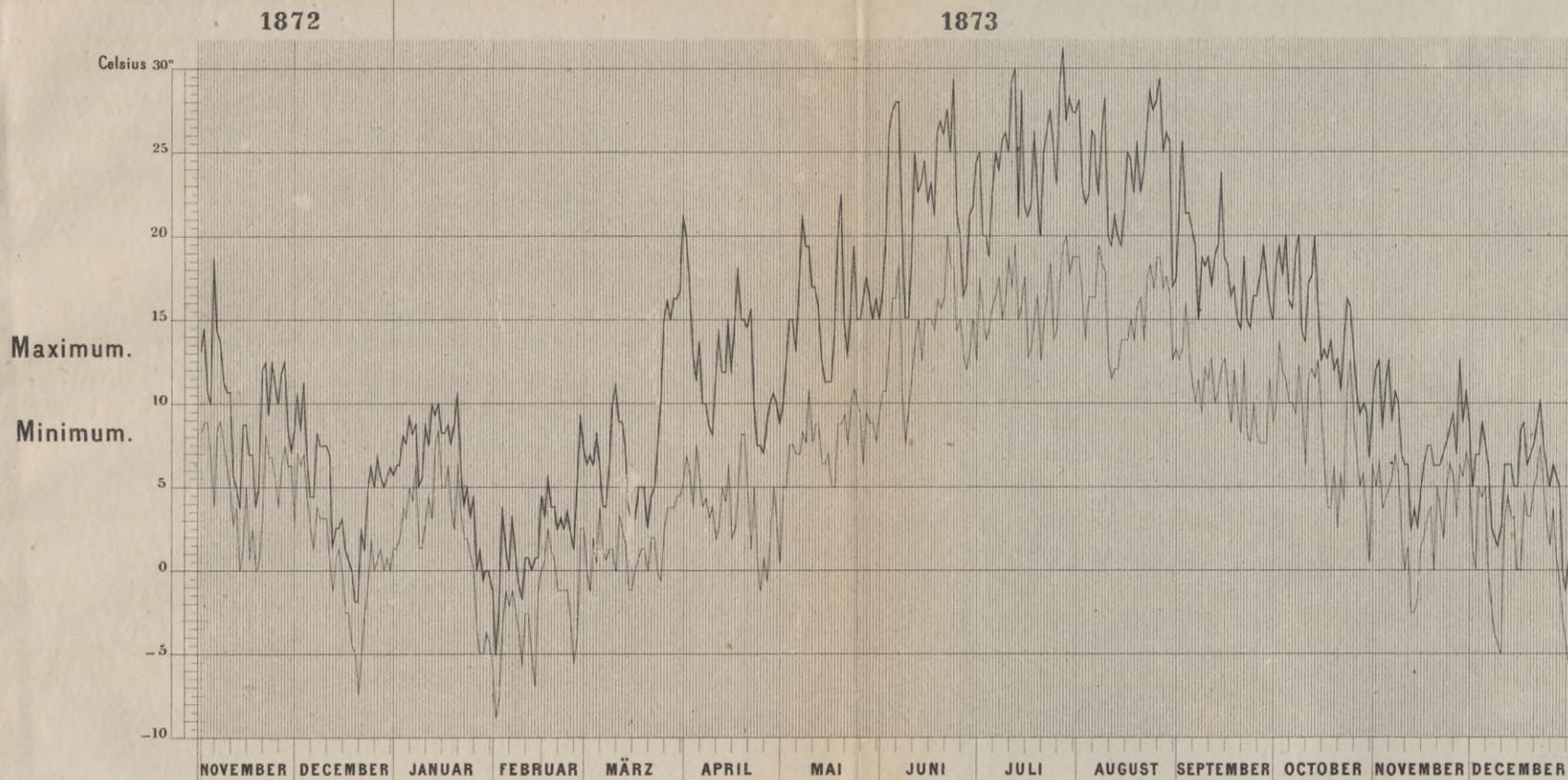
## Temperatur des Bodens.

— 0,5 m ——— 1,0 m +++++ 3,0 m.

N<sup>o</sup> IX.Louisen Str. N<sup>o</sup> 66.



## Temperatur der Luft.



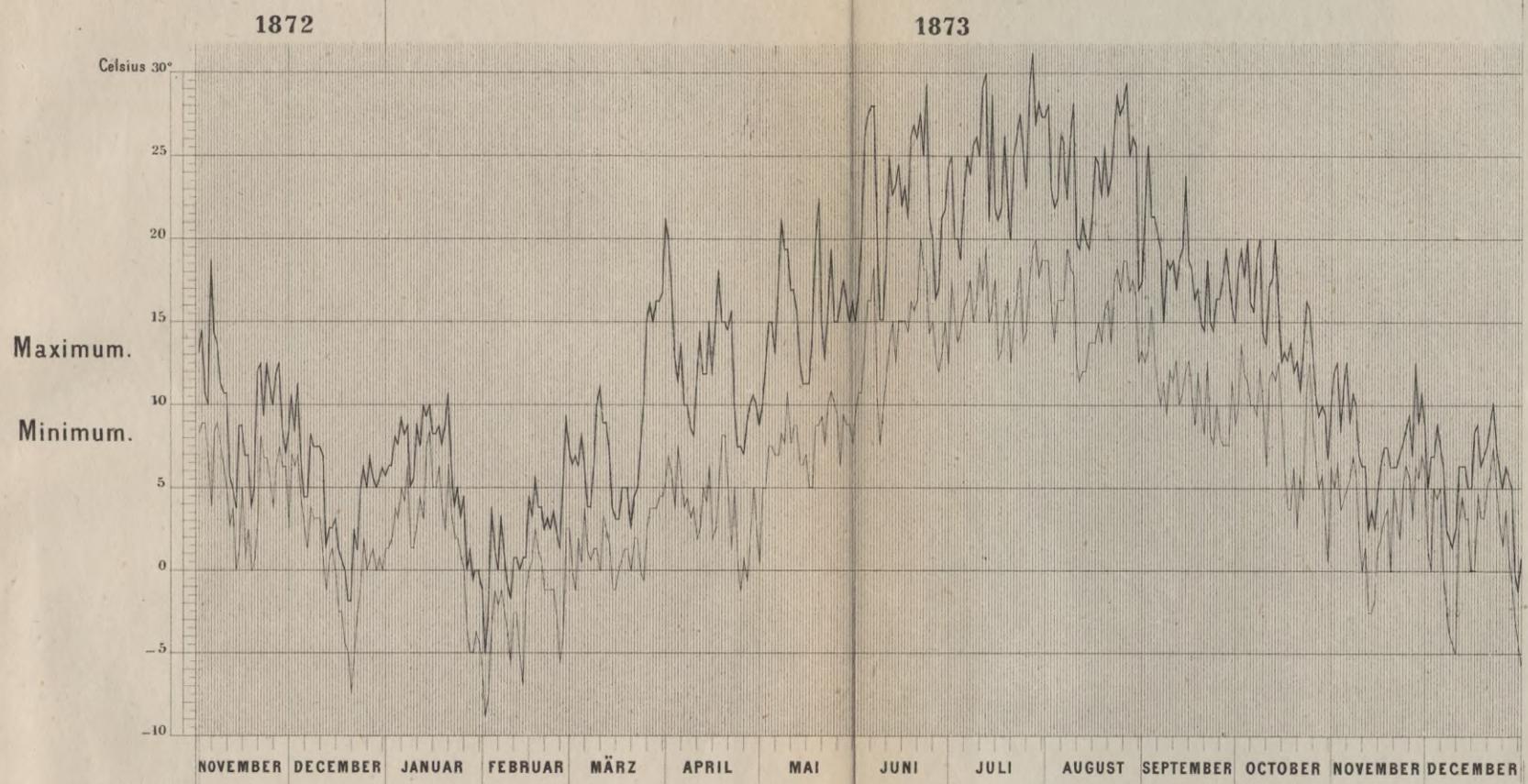
## Temperatur des Bodens.

— 0,5 m - - - 1,0 m + + + + 3,0 m.



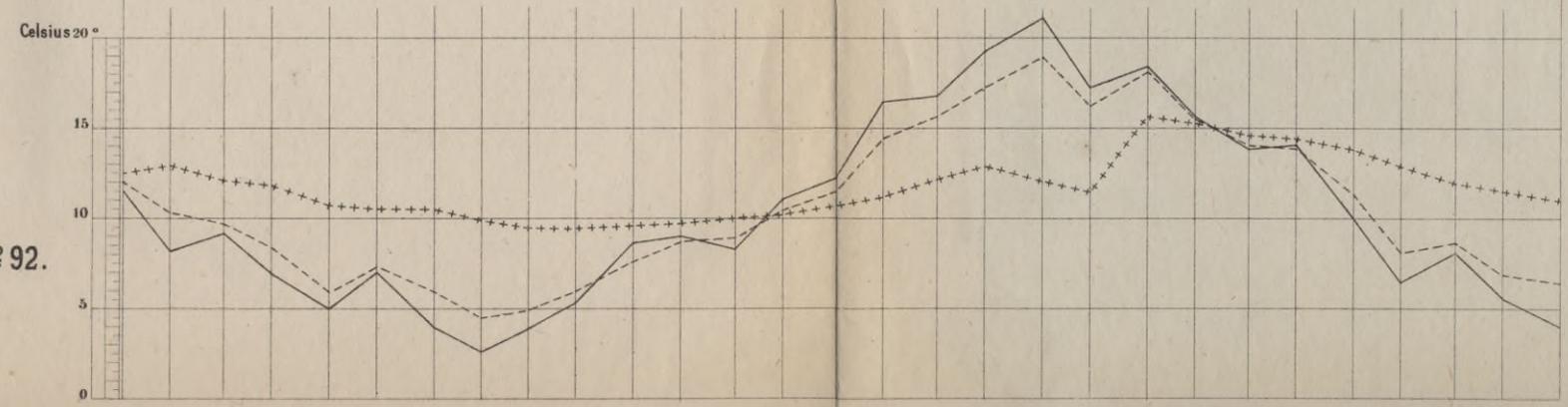


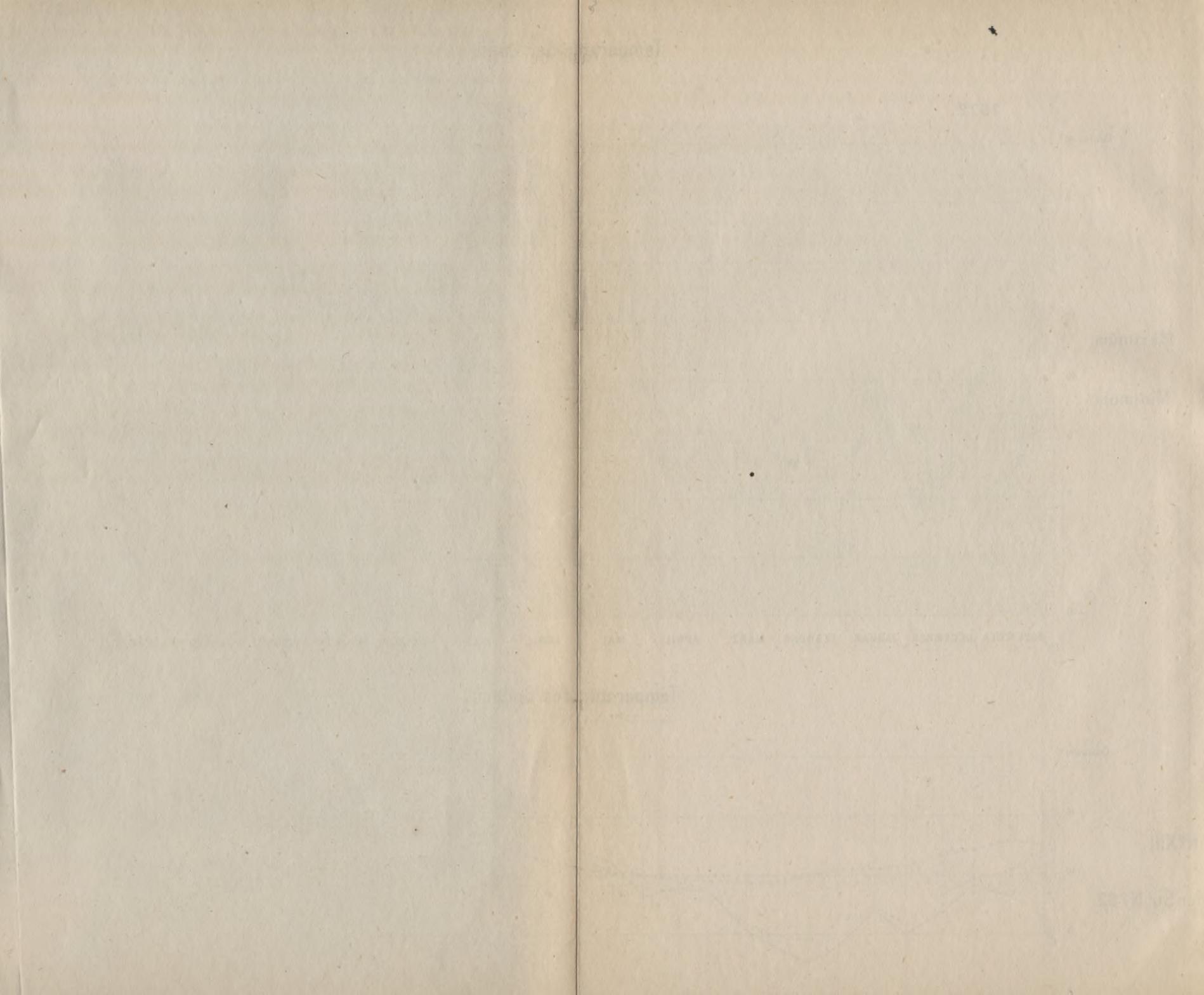
### Temperatur der Luft.



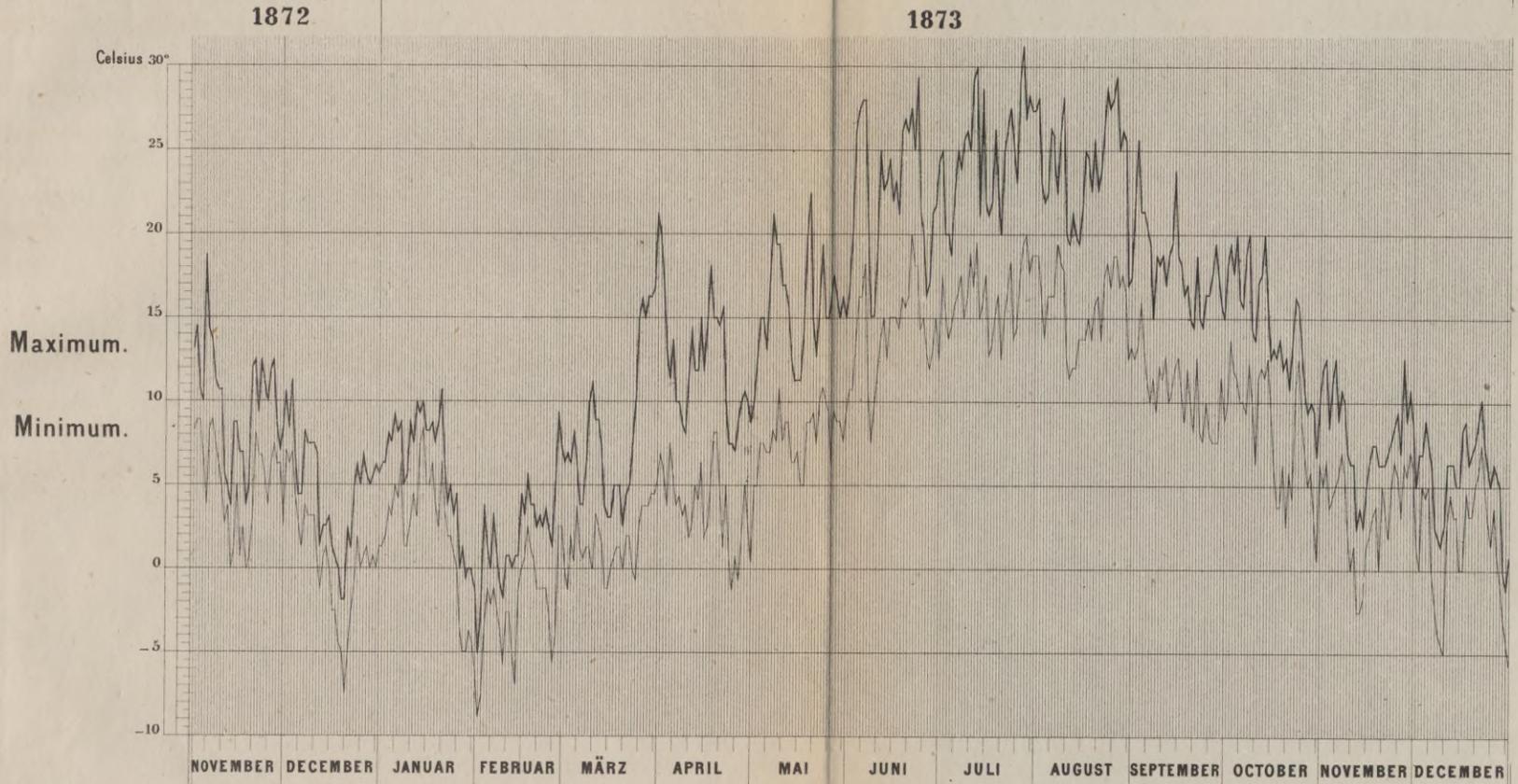
### Temperatur des Bodens.

— 0,5 m - - - 1,0 m + + + + 3,0 m.





Temperatur der Luft.

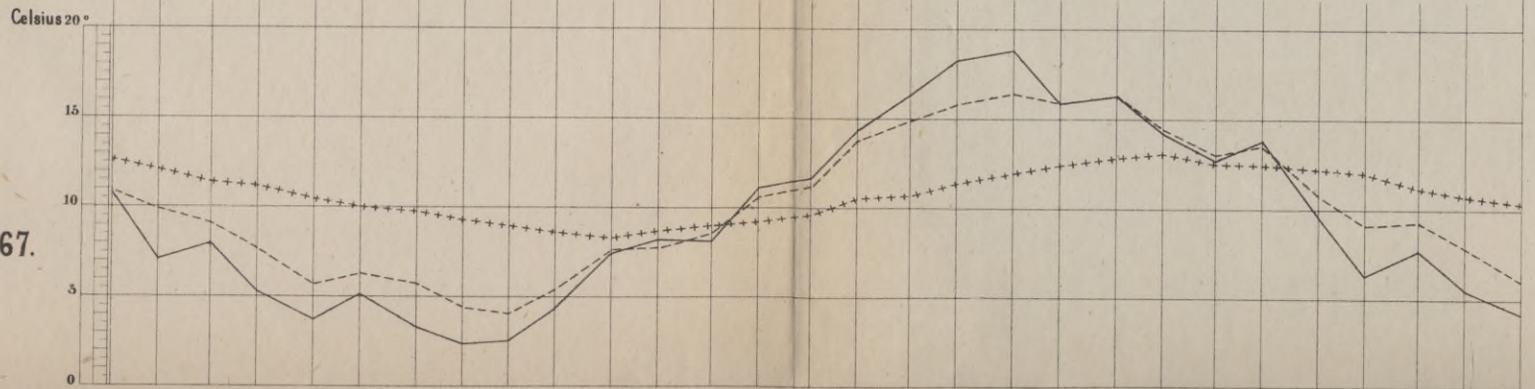


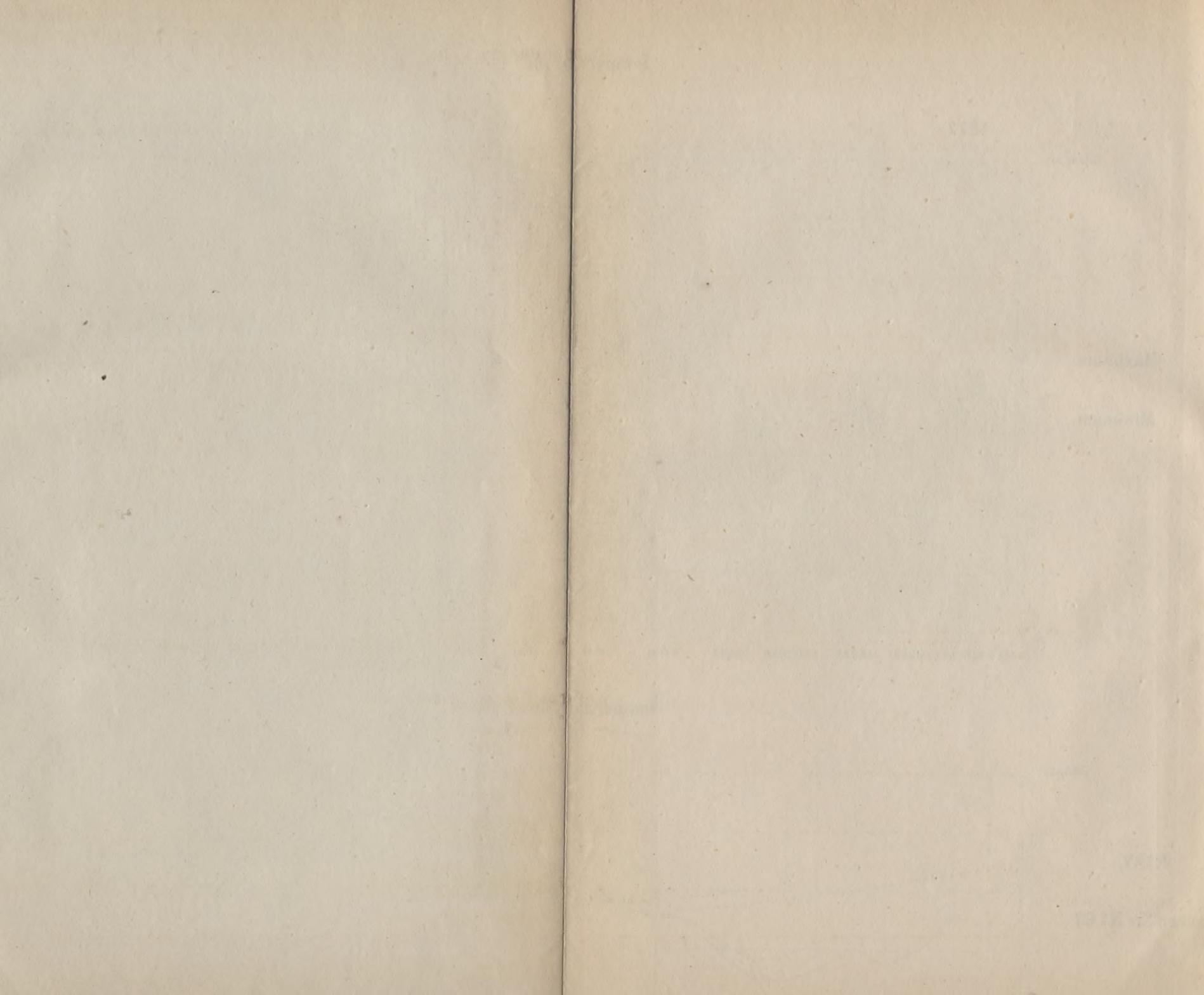
Temperatur des Bodens.

— 0,5 m — — 1,0 m + + + + + 3,0 m.

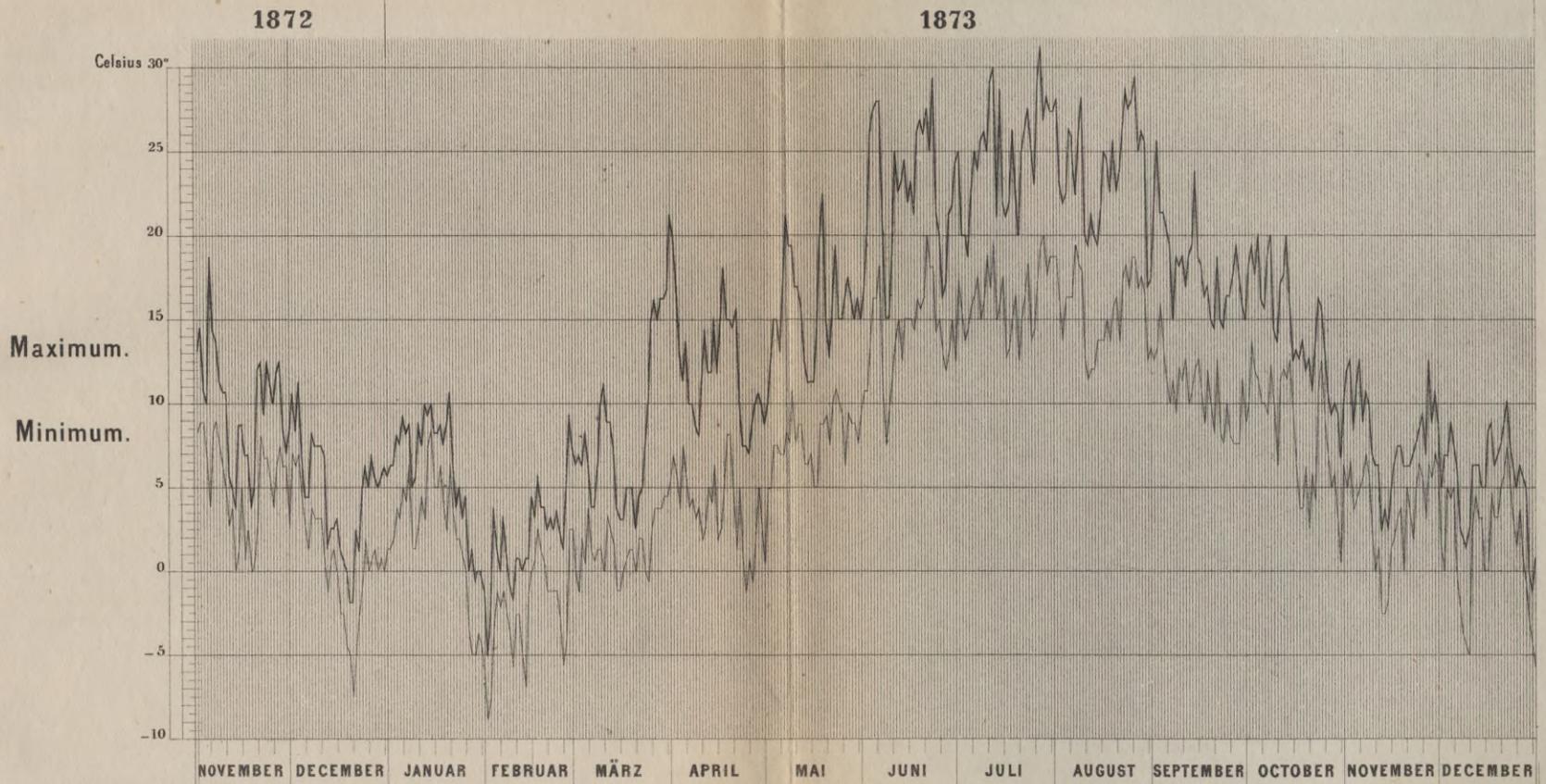
N<sup>o</sup> XV.

Krausen Str. N<sup>o</sup> 67.



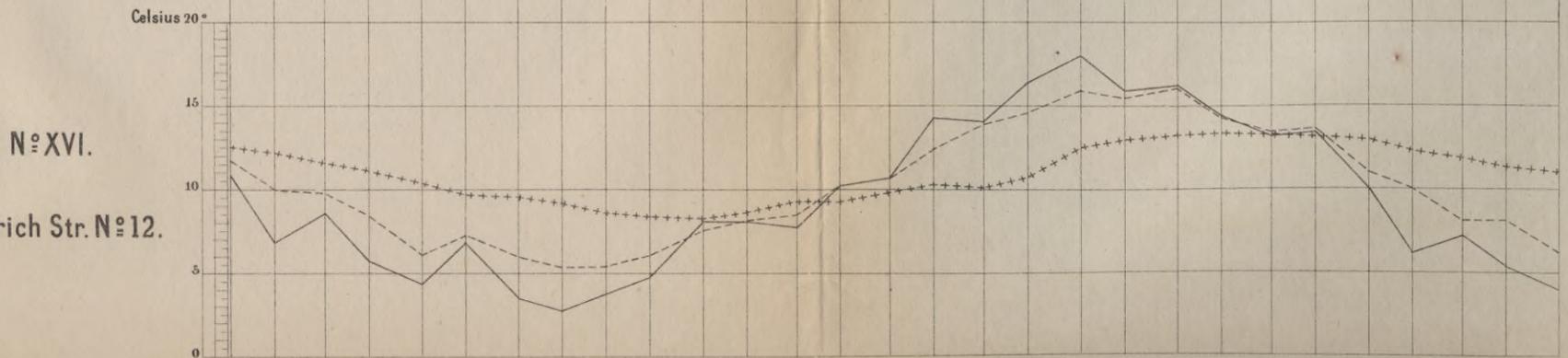


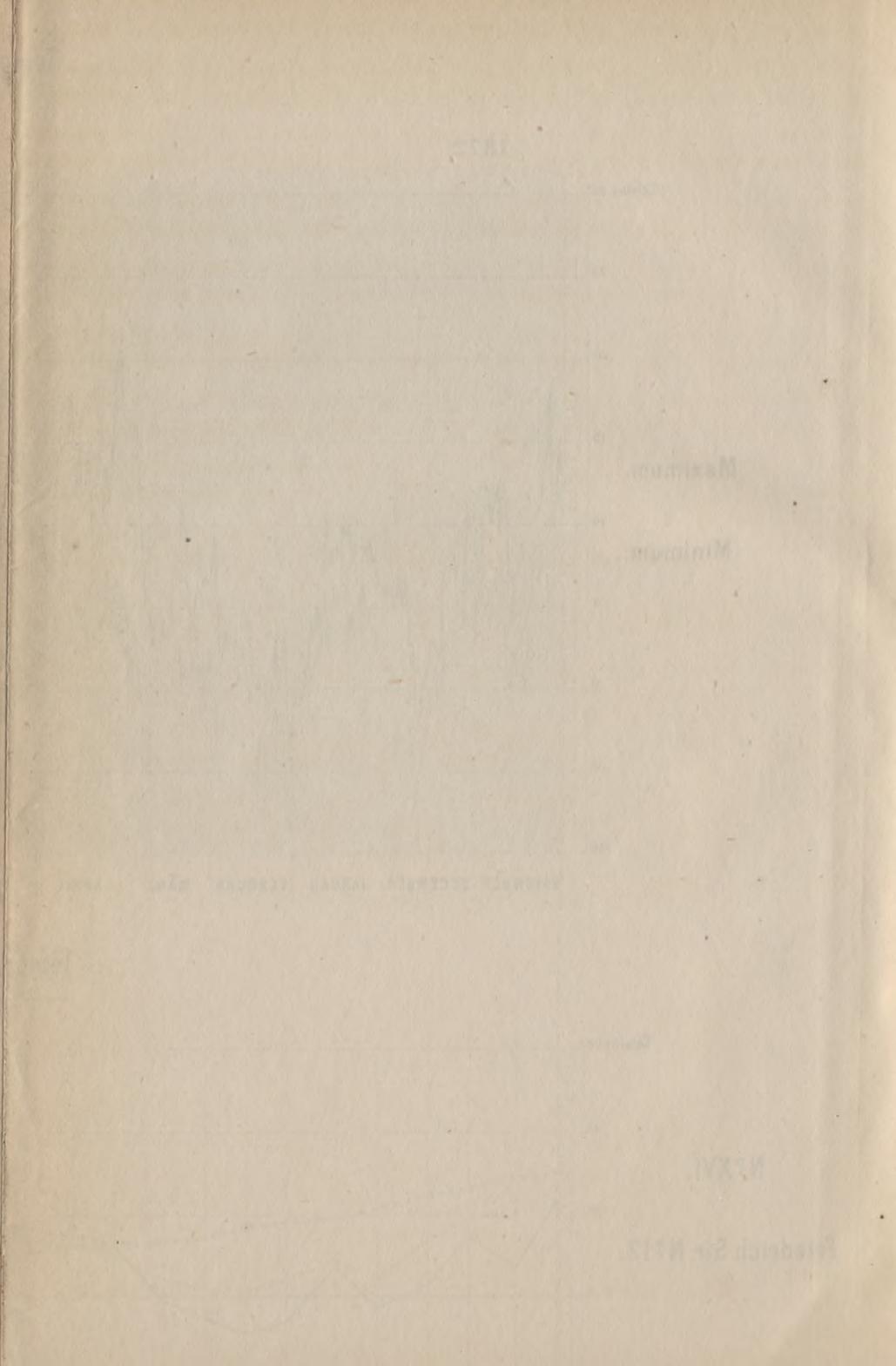
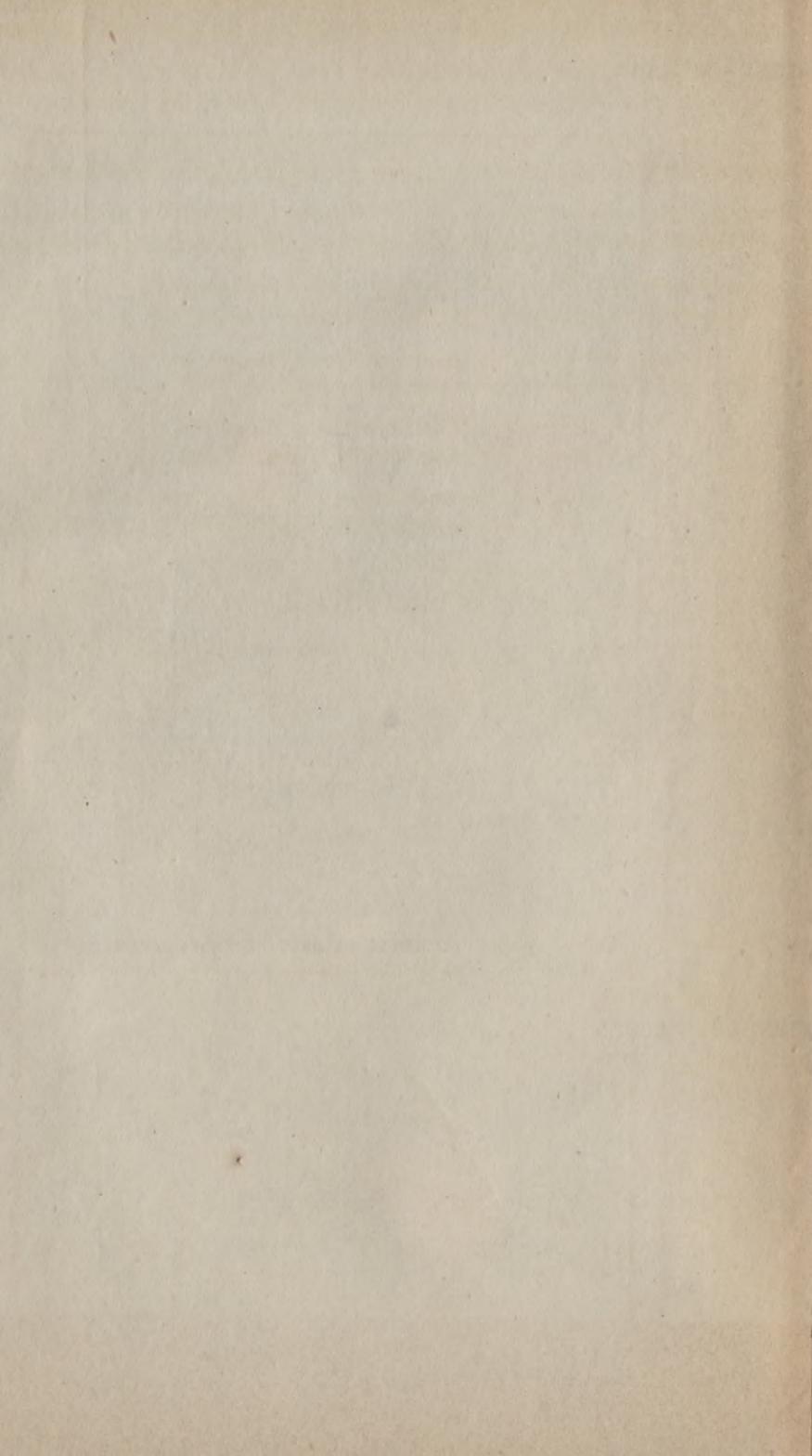
## Temperatur der Luft.



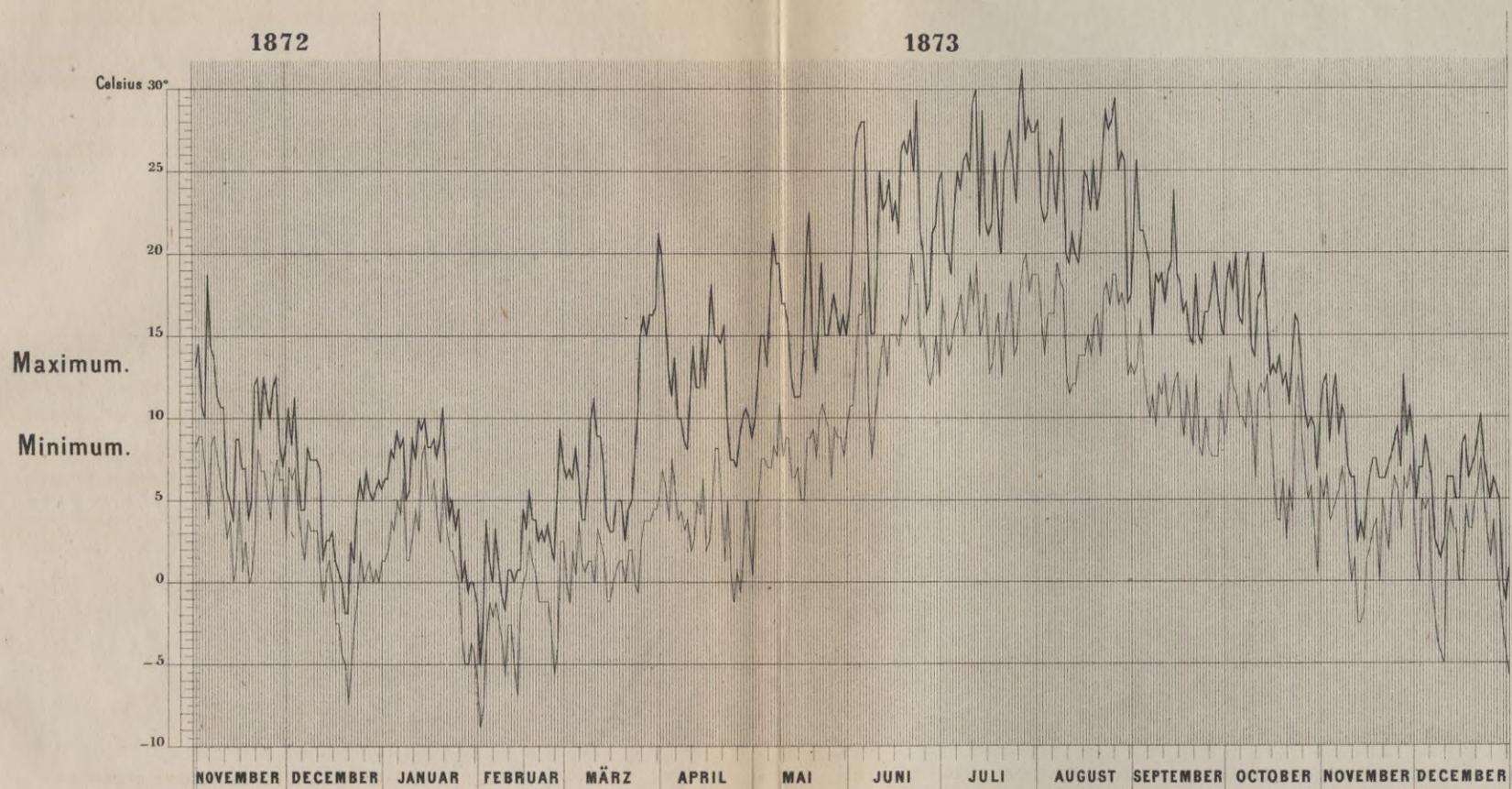
## Temperatur des Bodens.

— 0,5 m — — — 1,0 m + + + + 3,0 m.



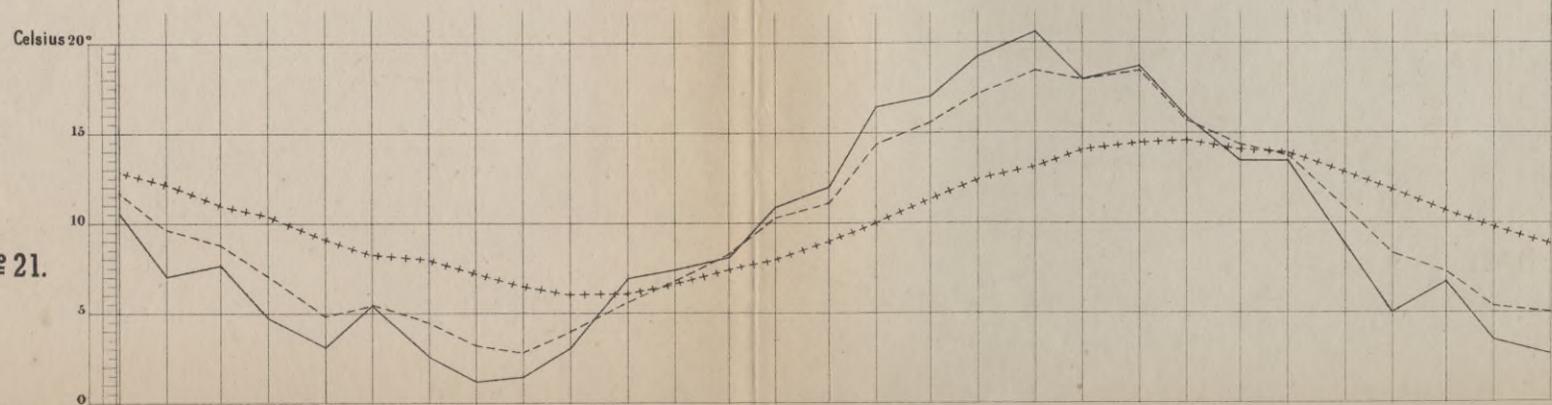


## Temperatur der Luft.



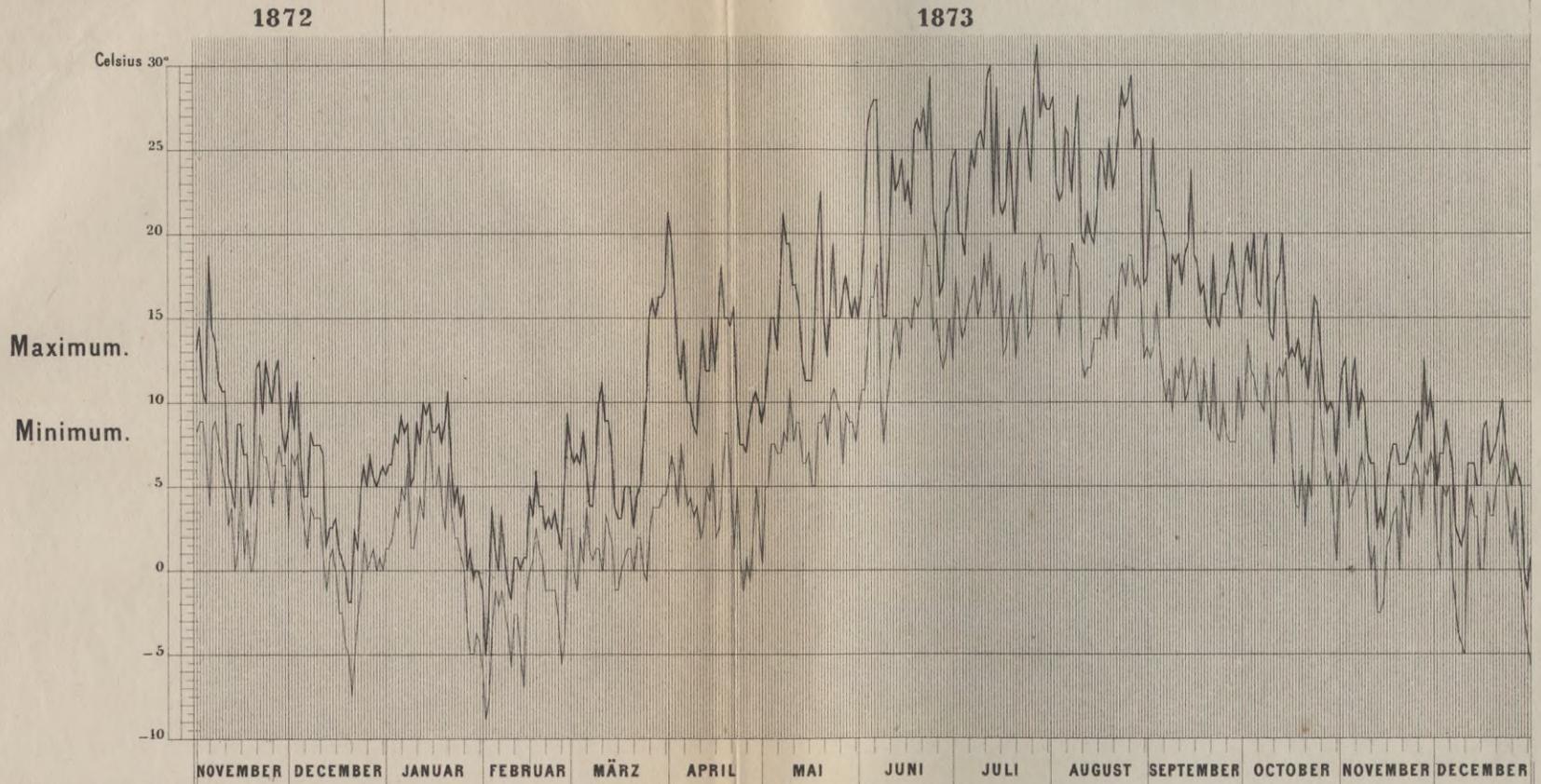
## Temperatur des Bodens.

— 0,5 m ——— 1,0 m + + + + 3,0 m.



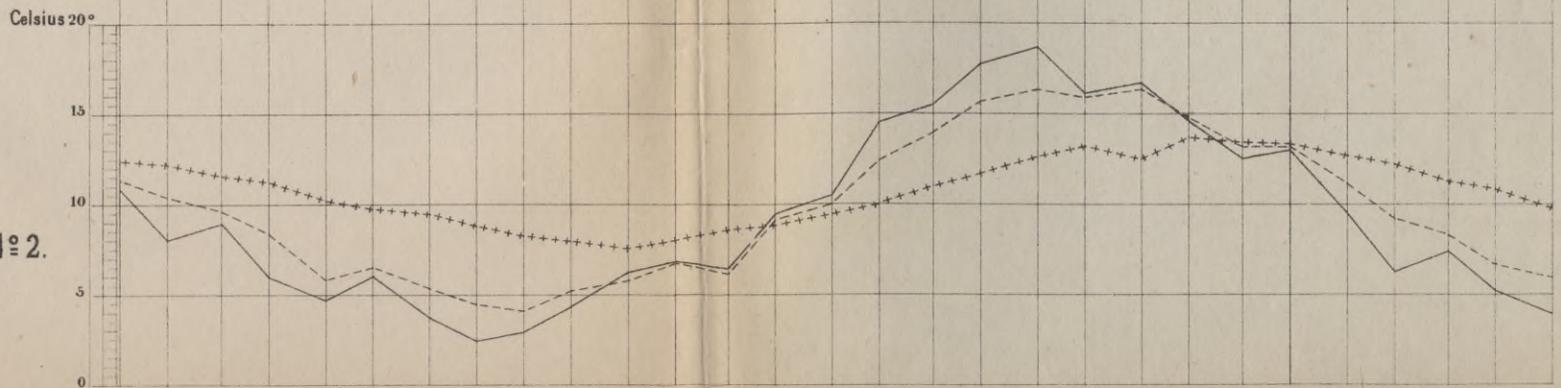


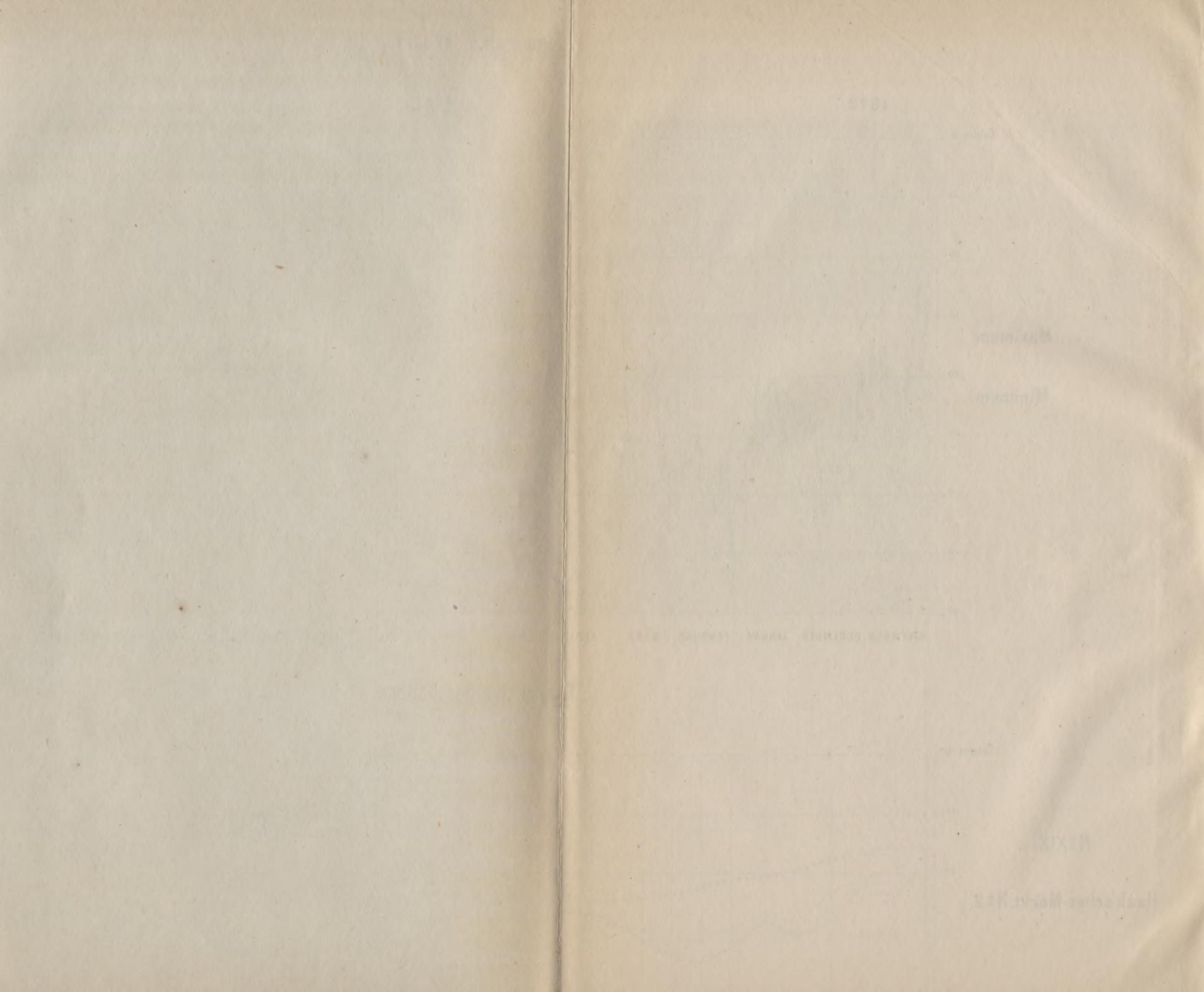
## Temperatur der Luft.



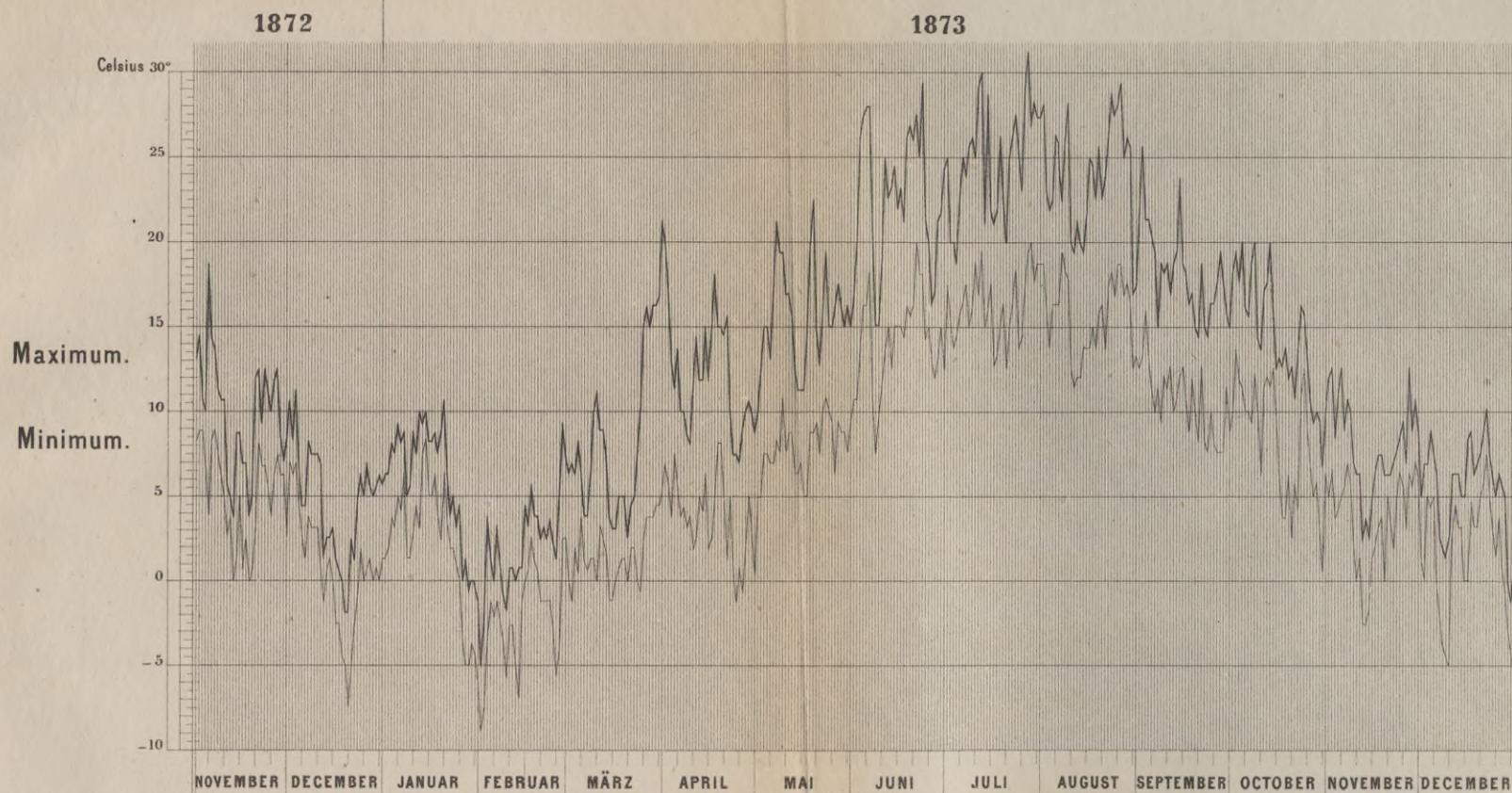
## Temperatur des Bodens.

— 0,5 m — — 1,0 m + + + + 3,0 m.



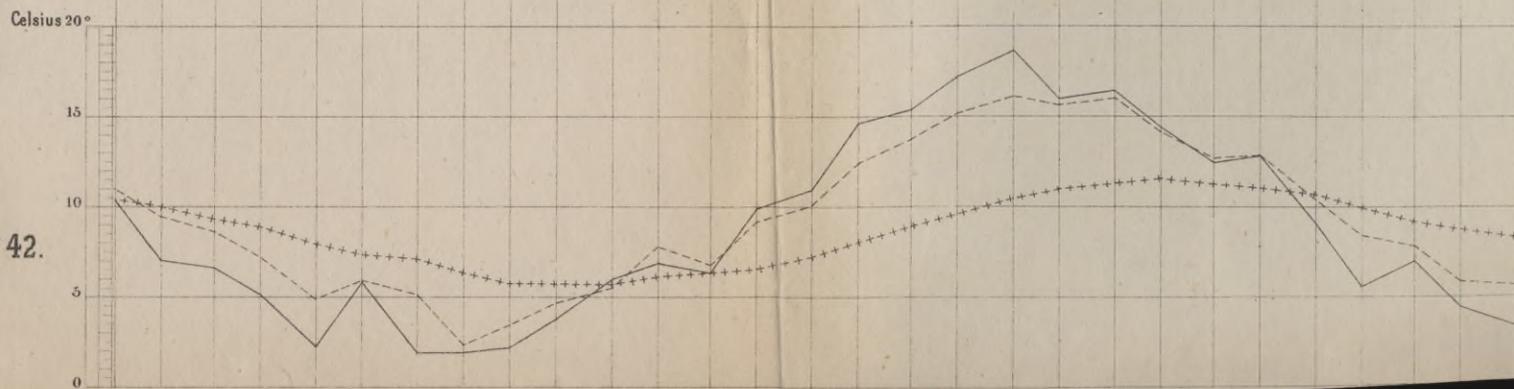


## Temperatur der Luft.



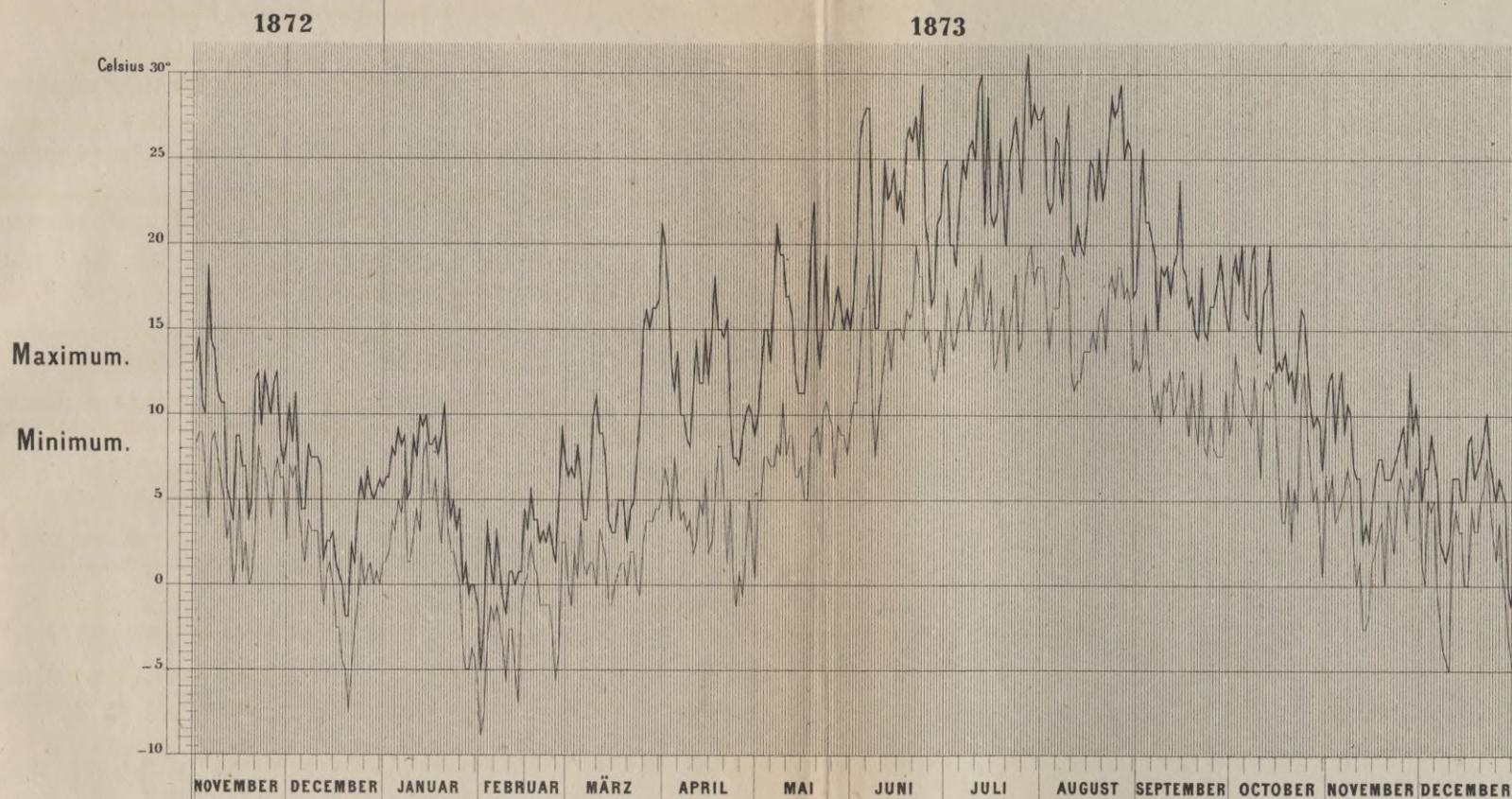
## Temperatur des Bodens.

— 0,5 m — — 1,0 m + + + + + 3,0 m.



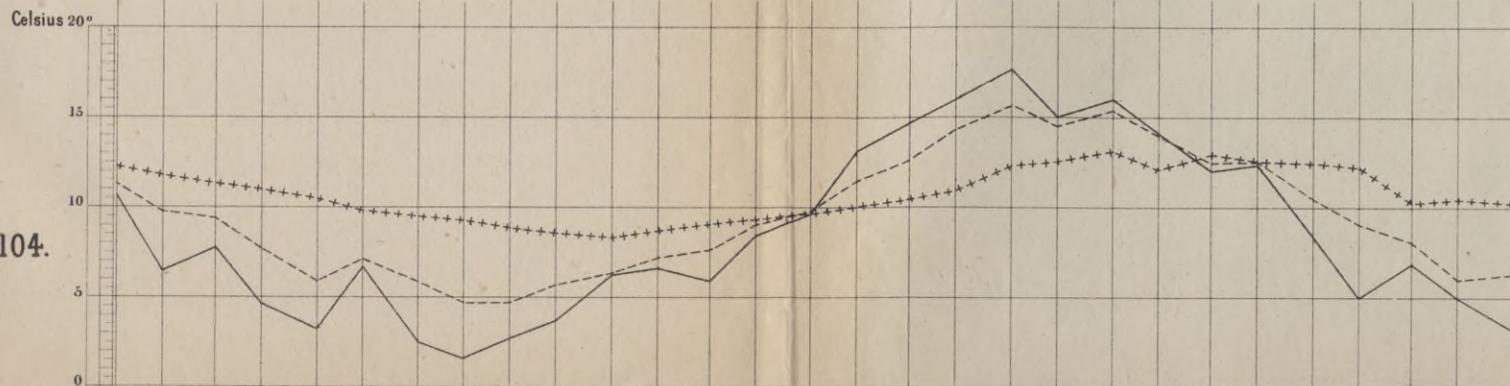


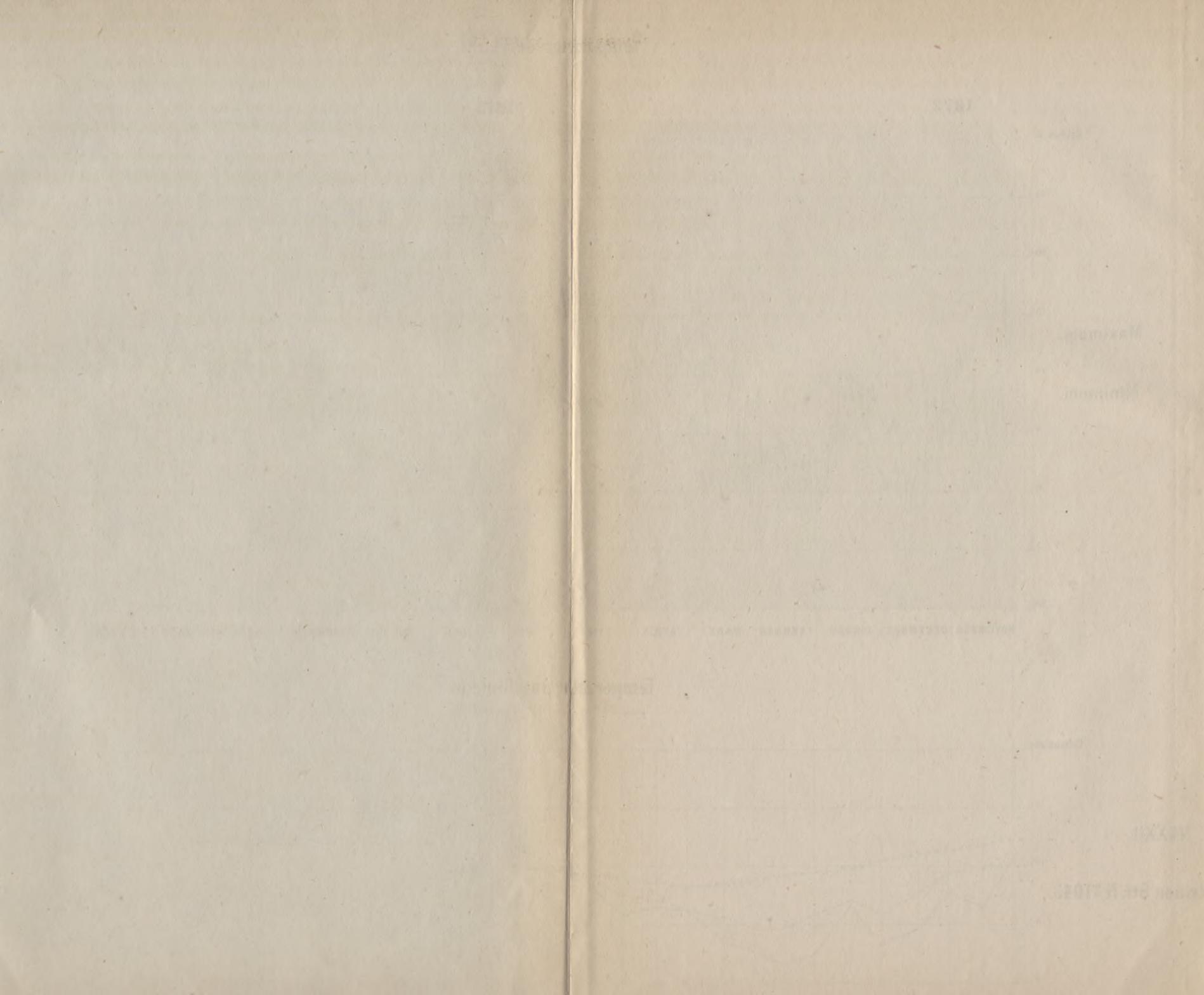
## Temperatur der Luft.



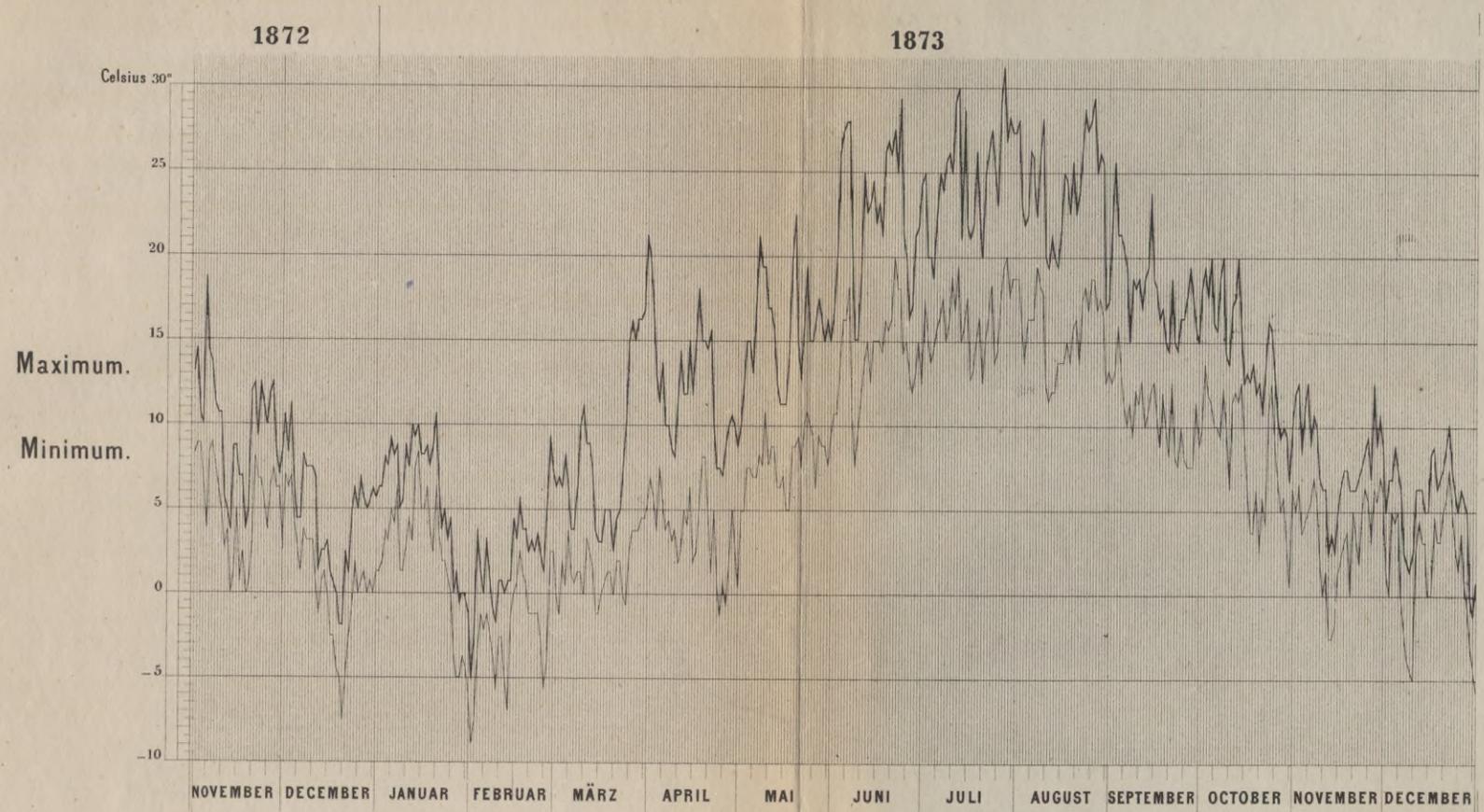
## Temperatur des Bodens.

— 0,5 m — — 1,0 m + + + + 3,0 m.





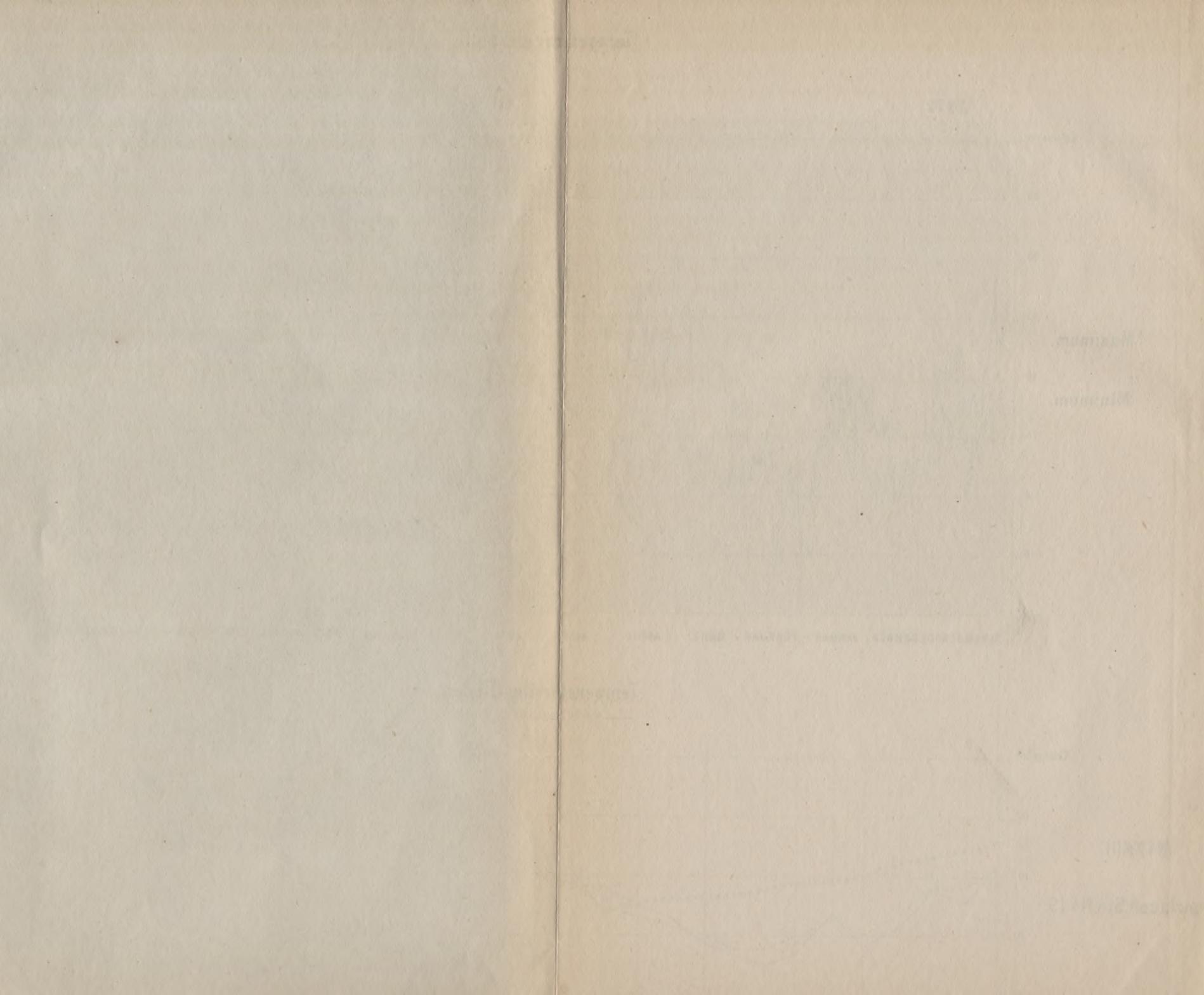
### Temperatur der Luft.



### Temperatur des Bodens.

— 0,5 m - - - 1,0 m + + + + 3,0 m.

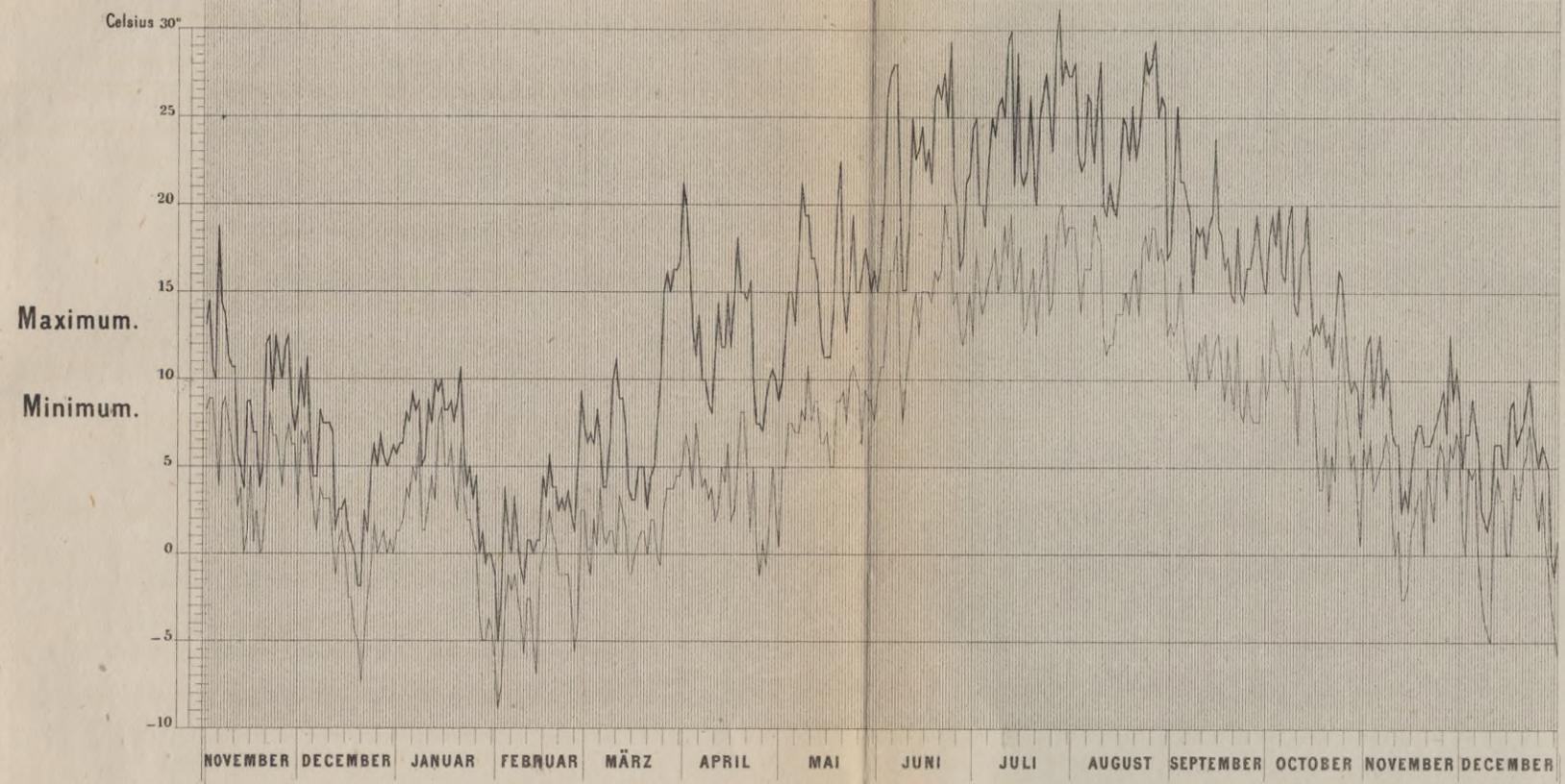




# Temperatur der Luft.

1872

1873



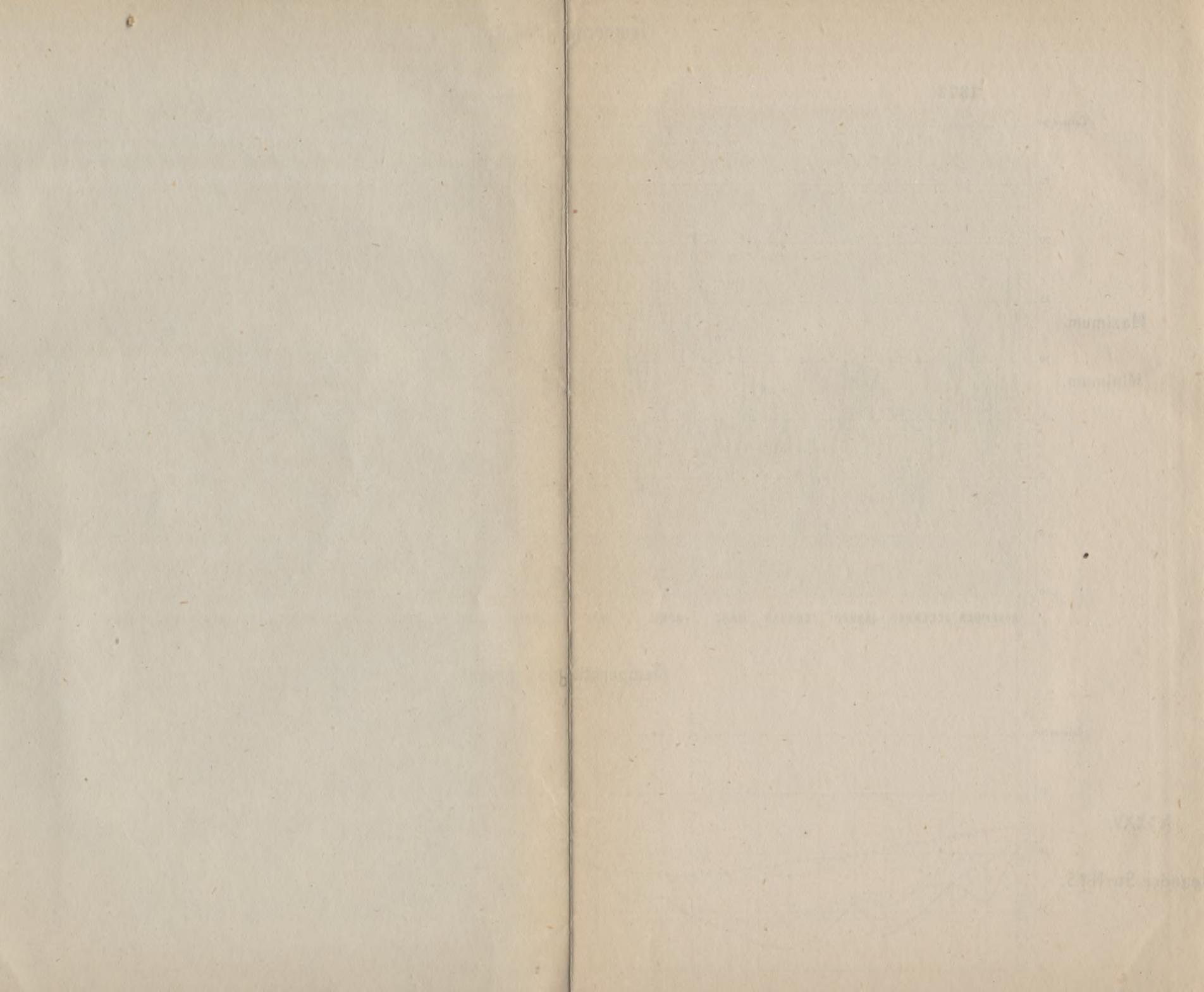
# Temperatur des Bodens.

— 0,5 m — - - - 1,0 m + + + + 3,0 m.

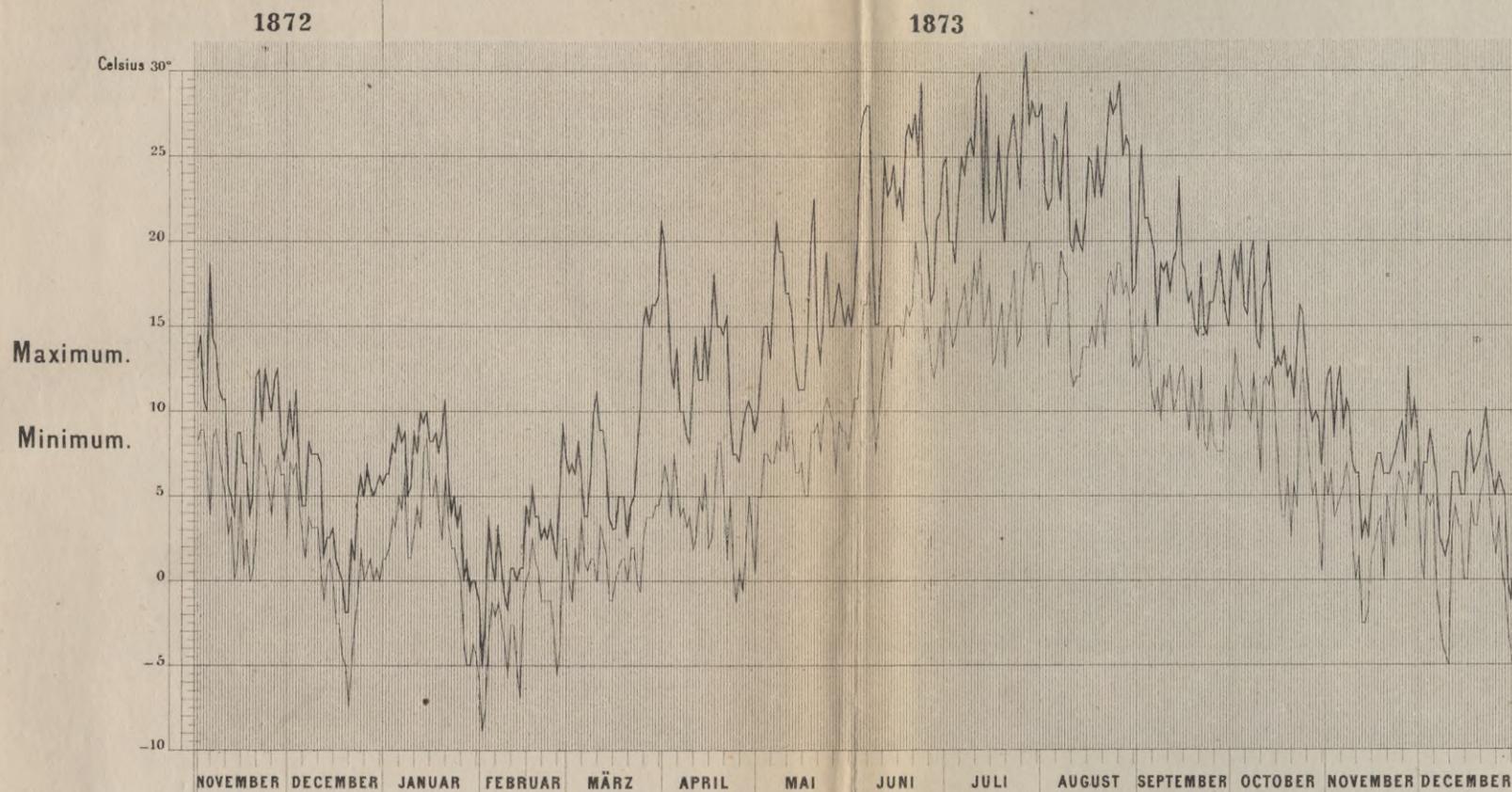
N<sup>o</sup> XXV.

Neander Str. N<sup>o</sup> 5.



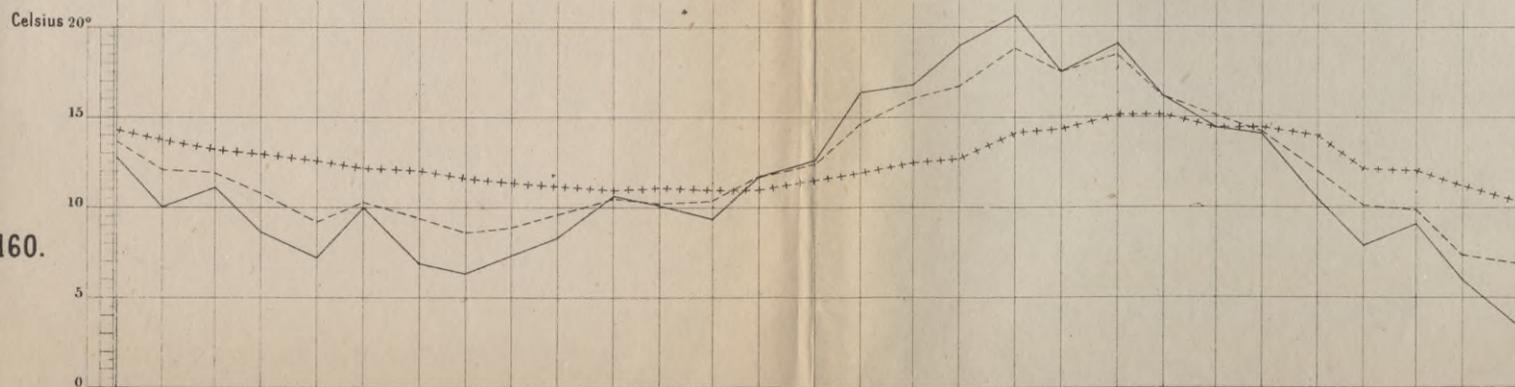


## Temperatur der Luft.



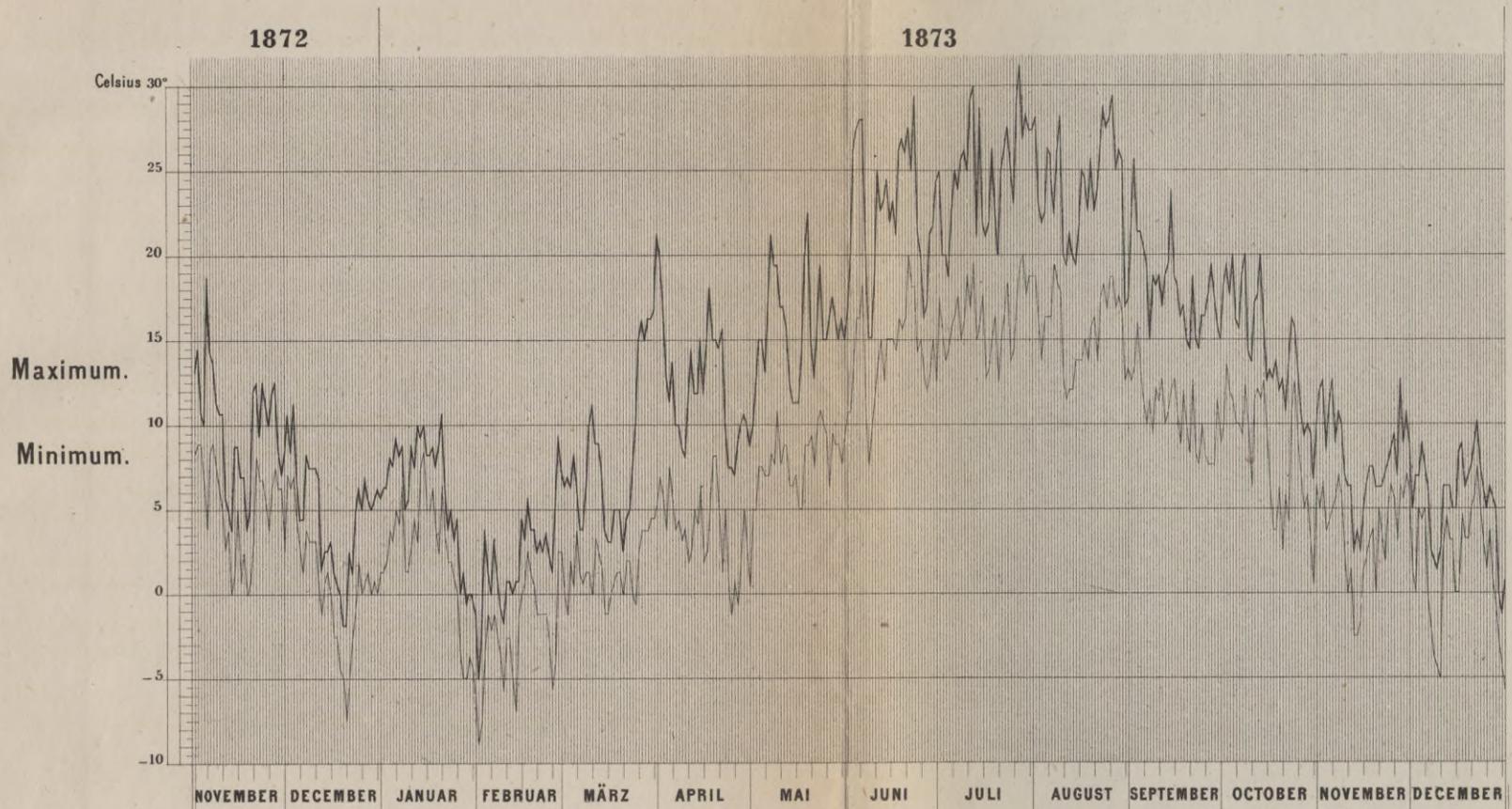
## Temperatur des Bodens.

— 0,5 m — — 1,0 m + + + + 3,0 m.





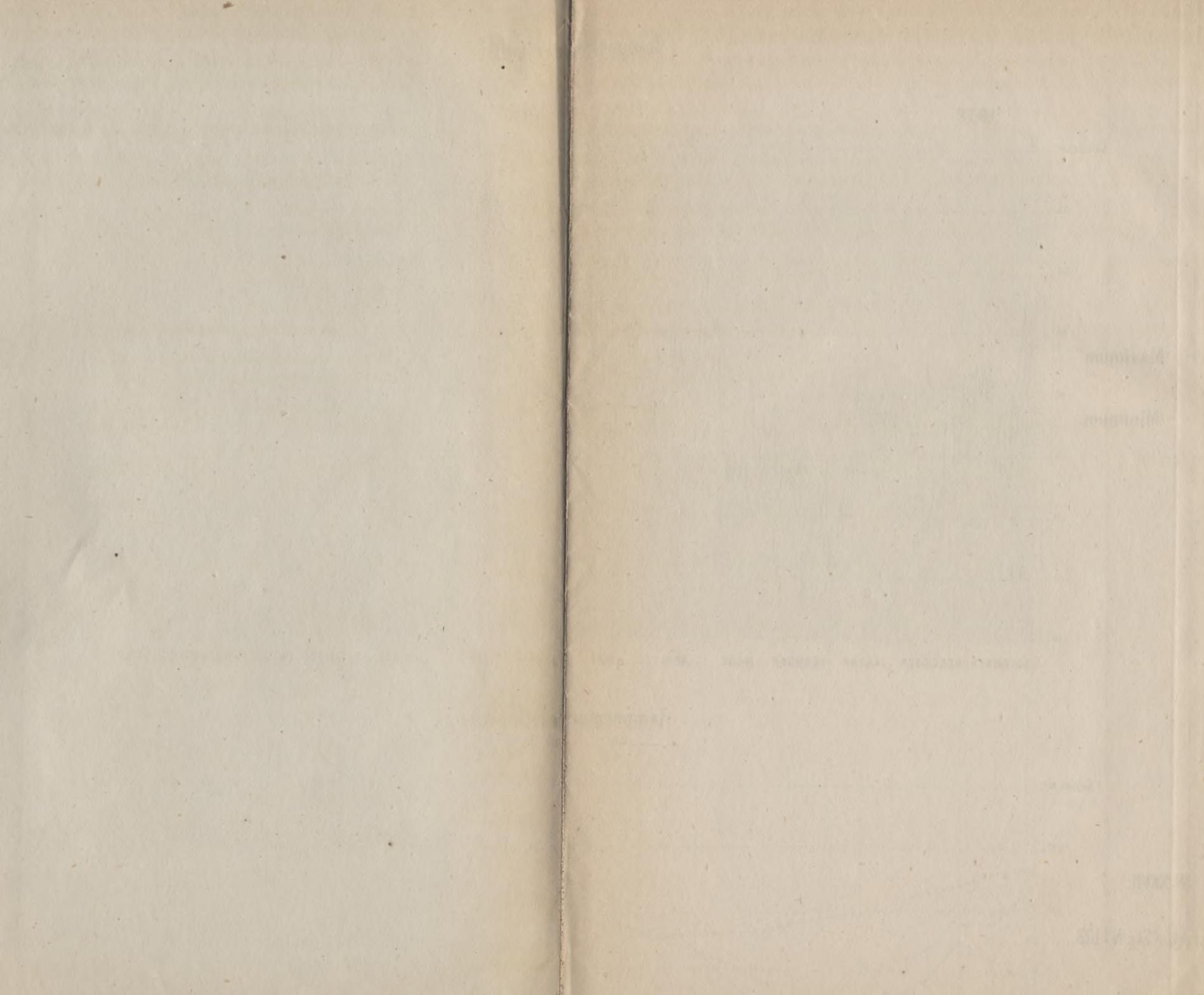
## Temperatur der Luft.



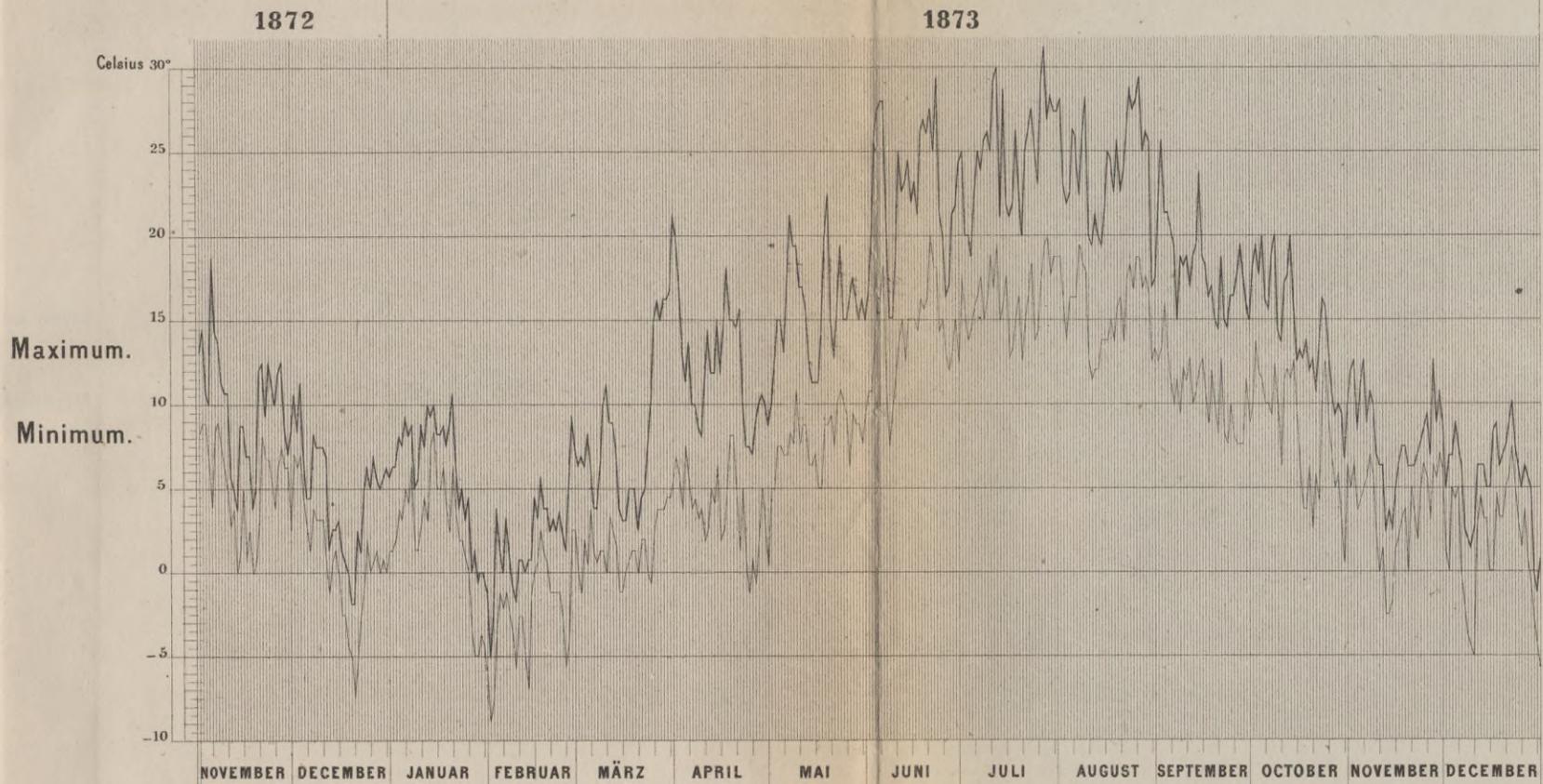
## Temperatur des Bodens.

— 0,5 m — — 1,0 m + + + + 3,0 m.

N<sup>o</sup> XXVII.Gr. Frankfurter Str. N<sup>o</sup> 123.

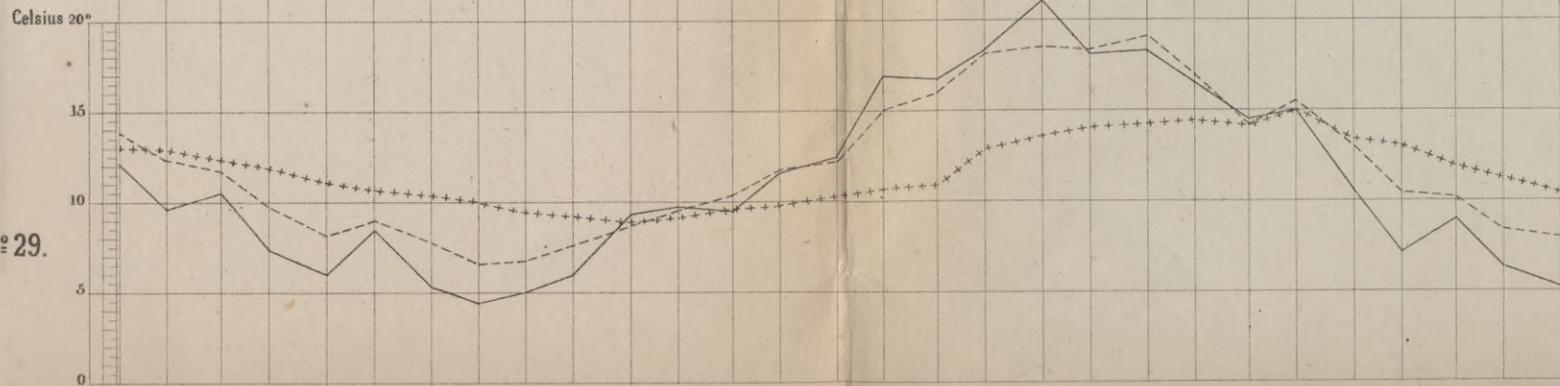


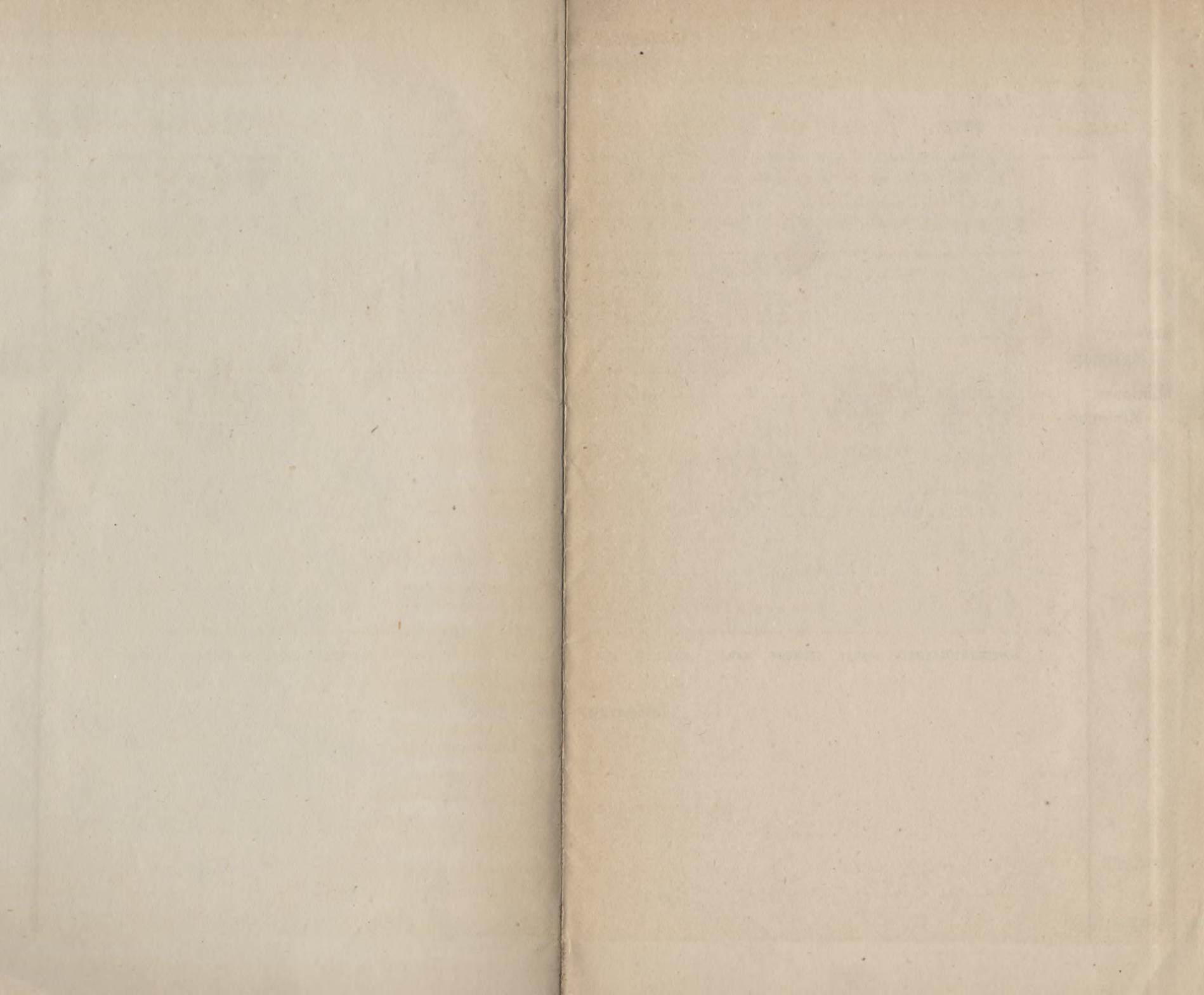
## Temperatur der Luft.



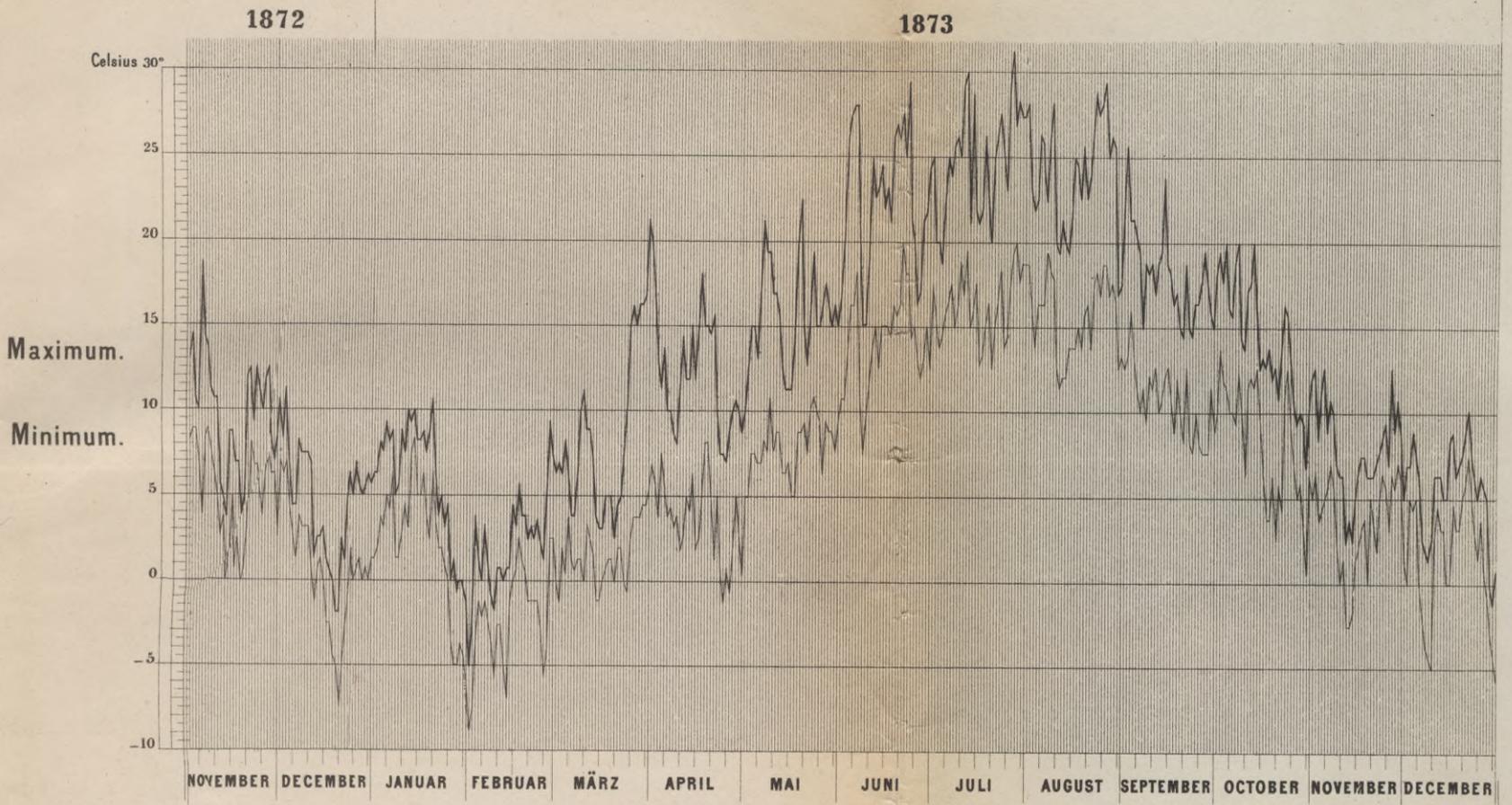
## Temperatur des Bodens.

— 0,5 m — — 1,0 m — — — — 3,0 m.





### Temperatur der Luft.



### Temperatur des Bodens.

— 0,5 m ——— 1,0 m +++++ 3,0 m.



### Temperatur des Grundwassers.











Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-351784

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-351783

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-351785

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000314579

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000314602

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299401