



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Universitätsbibliothek Paderborn**

### **Festschrift zur 84. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte**

**Münster (Westf)**

**Münster i. Westf., 1912**

II. Zusammensetzung und Beschaffenheit des Leitungswassers der Stadt  
Münster. Von Geh. Reg.-Rat Univ.-Prof. Dr. J. König.

**urn:nbn:de:hbz:466:1-45233**

## II. Zusammensetzung und Beschaffenheit des Leitungswassers der Stadt Münster.

Von Geh. Regierungs-Rat Professor Dr. J. König.

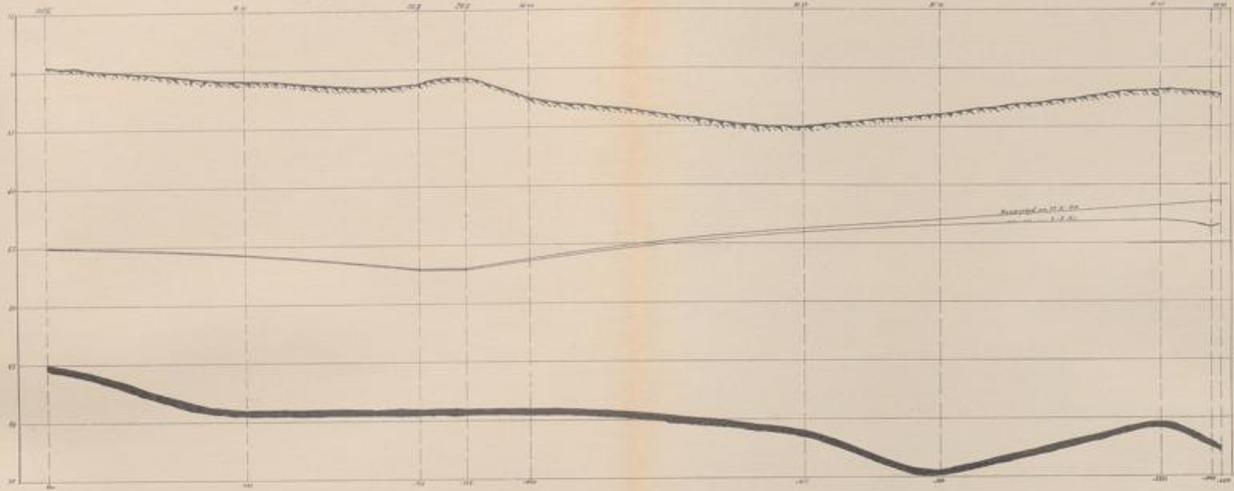
Nach Errichtung der Landwirtschaftlichen Versuchsstation 1871 wurden fortgesetzt chemische Untersuchungen über die Brunnenwässer der Stadt Münster ausgeführt. Das Ergebnis war, entgegen den früheren Annahmen, in den meisten Fällen kein erfreuliches. Aus den Untersuchungen von mehreren hundert Brunnen mögen hier zur Erläuterung nur folgende mitgeteilt werden:

Straße	Zeit der Untersuchung	In 1 l sind enthalten:								Keime von Mykrophyten in 1 ccm
		Abdampfrückstand mg	Organische Stoffe mg	Kalk mg	Schwefelsäure mg	Chlor mg	Salpetersäure mg	Ammoniak mg	Salp. trige Säure mg	
1. Brunnen im innern (alten) Stadtbezirk:										
Clemensstraße . .	4./4. 87	1152.0	110.0	261.0	108.0	102.9	211.8	wenig	wenig	—
Frauenstraße . . a	2./1. 84	788.0	31.6	214.0	89.8	39.1	129.7	0	0	—
Desgl. . . . . b	29./3. 86	2017.6	135.8	417.5	331.6	301.7	241.3	0	viel	—
Desgl. . . . . c	" "	3577.6	169.1	813.5	387.2	592.8	579.1	0	viel	—
Gasstraße . . . . a	1876	1952.8	211.7	—	—	322.3	185.3	12.2	—	—
(in der Nähe der alten Gasfabrik)										
. . . . . b	1./4. 88	1940.4	195.1	412.0	262.0	234.5	254.0	0	0	1250
Hörsterstraße . . .	7./8. 86	2208.8	121.6	430.0	288.1	248.5	365.4	Spur	0	—
Jüdefelderstraße .	12./4. 87	2622.4	142.2	391.0	288.9	379.8	488.5	deutl.	deutl.	1800
Kathagen . . . . .	25./4. 93	2673.0	142.2	427.5	283.3	308.9	449.5	Spur	0	26730
Kirchherrengasse .	25./11.85	1415.2	105.8	292.5	109.0	152.6	153.4	0	0	2000
Königstraße . . . .	2./3. 93	2768.0	237.0	527.5	261.8	371.5	157.3	0	0	—
Kreuzstraße . . . .	4./1. 93	2358.8	94.8	407.5	232.7	308.5	421.1	0	viel	900
Neubrückenstraße.	10./2. 85	1498.0	110.6	390.0	205.5	159.7	249.9	0	0	—
Prinzipalmarkt . .		841.0	94.8	—	—	93.4	79.4	0	—	—
(8 Brunnen)	1875	bis 1732.0	bis 173.8	—	—	bis 221.2	bis 232.2	bis 7.0	—	—
Salzstraße . . . . . a	10./8. 85	2103.6	113.7	439.5	212.3	241.1	335.6	viel	wenig	—
Desgl. . . . . b	8./4. 84	1259.2	80.6	202.0	124.5	114.2	227.5	0	0	—
Schützenstraße . .	28./4. 89	2244.0	233.8	425.0	224.7	292.1	364.7	viel	0	20590
Spiekerhof . . . . .	7./1. 84	1374.8	97.8	302.5	110.1	220.1	139.9	Spur	0	—
Sternstraße . . . .	24./1. 89	1290.4	75.8	405.0	161.5	173.9	130.5	0	0	115000
Totengasse . . . . .	29./1. 87	2787.6	75.8	387.5	254.2	720.6	196.7	Spur	0	—
Wehrstraße . . . . .	6./8. 89	1370.0	96.4	359.0	51.8	95.8	138.6	0	0	7000
Wermelingstraße a	7./1. 91	1450.0	118.5	225.0	108.0	440.2	132.5	0	0	40000
Desgl. . . . . b	27./4. 91	1918.0	140.4	418.0	219.0	315.1	118.1	viel	viel	1100
Wolbeckerstraße .	19./3. 90	1214.0	58.4	372.5	197.0	167.4	152.7	0	0	5000
2. Brunnen in den äußeren (neuen) Stadtteilen:										
Hammerstraße . a	4./7. 93	352.0	72.7	135.0	67.6	28.3	7.6	0	0	—
Desgl. . . . . b	6./6. 94	393.6	63.2	179.0	21.1	17.7	12.9	0	0	—
Ludwigstraße . . .	8./7. 87	375.2	111.5	173.8	17.2	88.7	10.8	0	0	—
Paulstraße . . . . .	1./9. 92	449.2	25.3	135.0	22.3	28.4	15.2	0	0	17440
Steinfurterstraße .	26./3. 83	790.0	50.4	257.0	127.6	56.8	81.2	0	0	50
Südstraße . . . . .	15./7. 88	684.0	45.8	221.0	58.0	88.7	28.5	0	0	30000
Weselerstraße . a	7./7. 85	404.0	164.5	128.8	86.4	38.9	—	0	viel	—
Desgl. . . . . b	15./8. 90	400.0	34.7	93.0	68.5	35.4	45.9	0	0	8000

Längenmaßstab 1 : 2500.

### Längenprofil durch die Seist vom S. W. IV. bis S. W. VI.

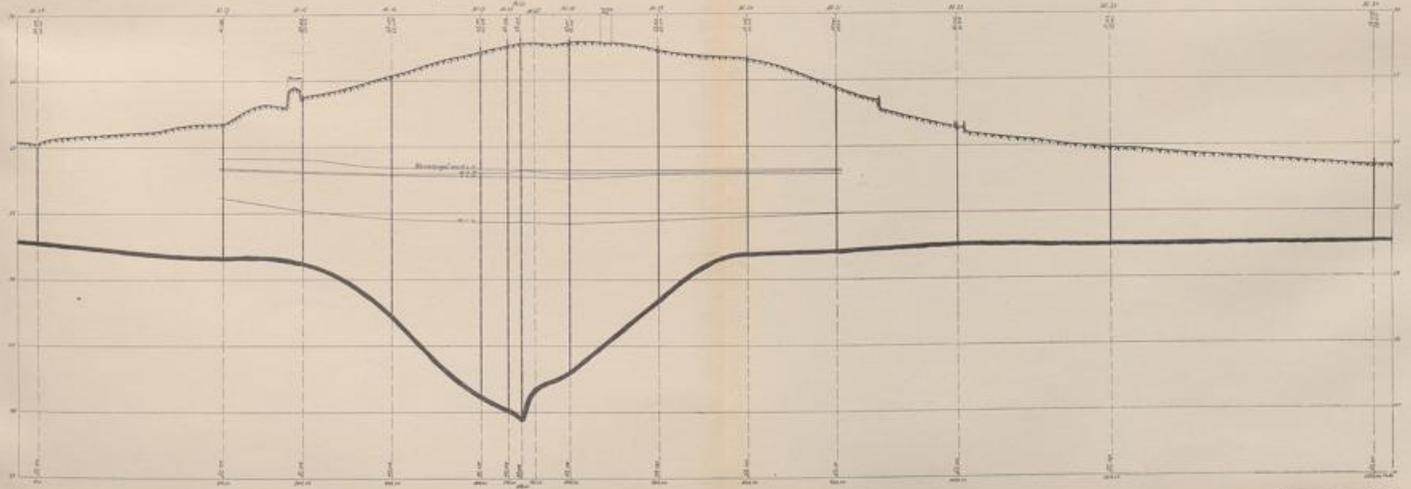
Höhenmaßstab 1 : 100.



Längenmaßstab 1 : 1500.

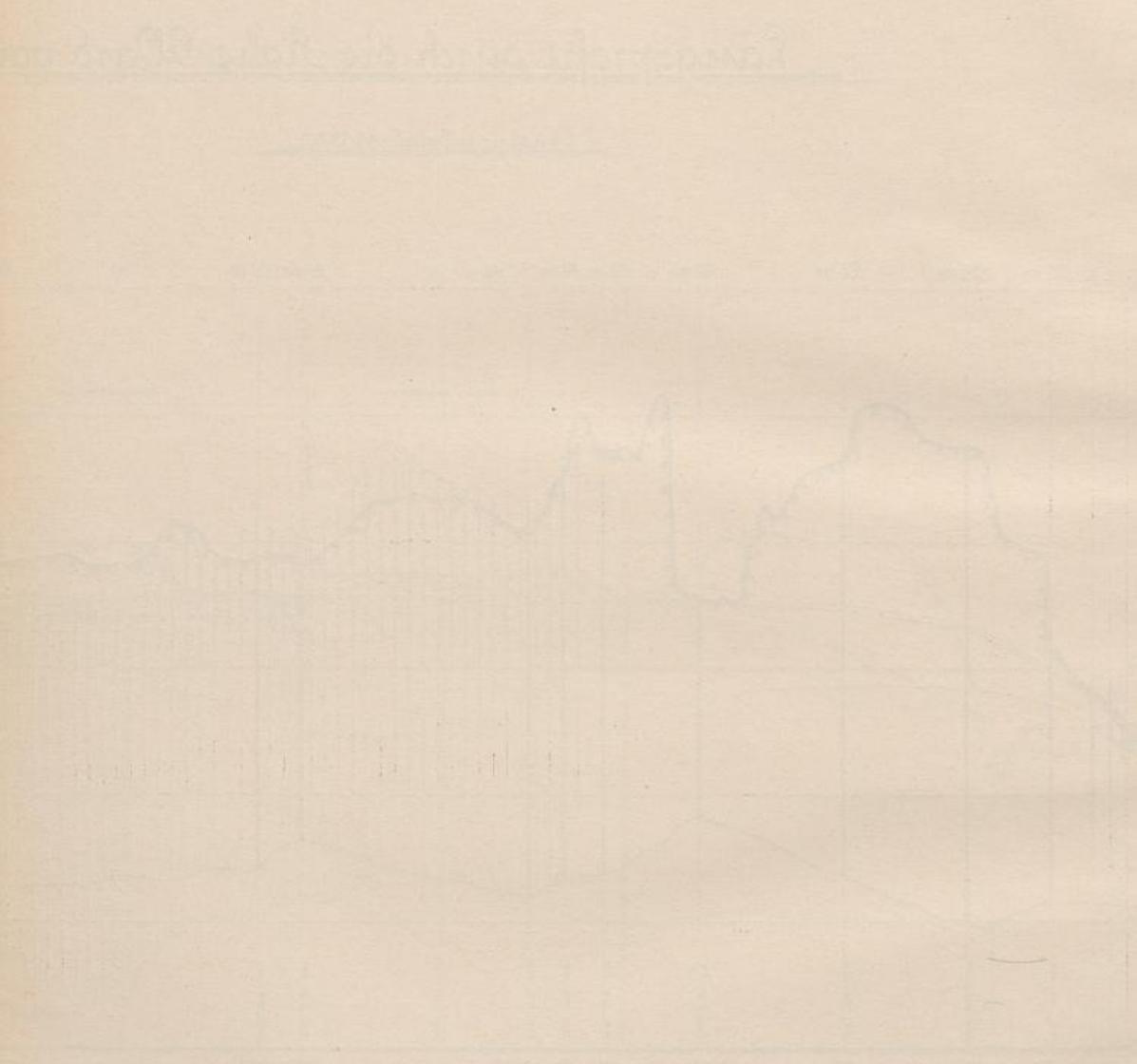
### Querprofil beim Schwesternhaus in Hiltrup. Km. 6,0 + 88.

Höhenmaßstab 1 : 100.













Lageplan der Brunnen-Anlage des Pumpwerks V „Hohe Waid“. Maßstab: 1:2500.

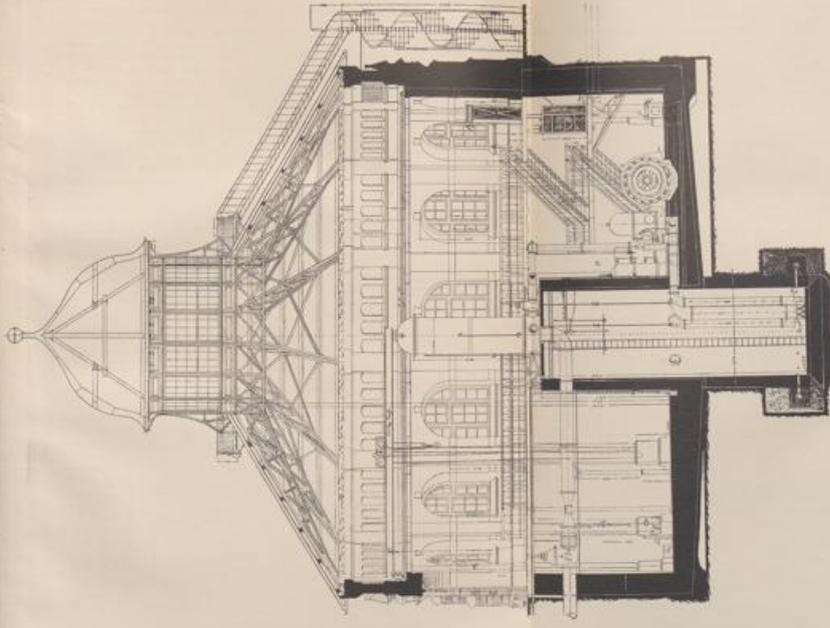
Gemeinde Albersloh



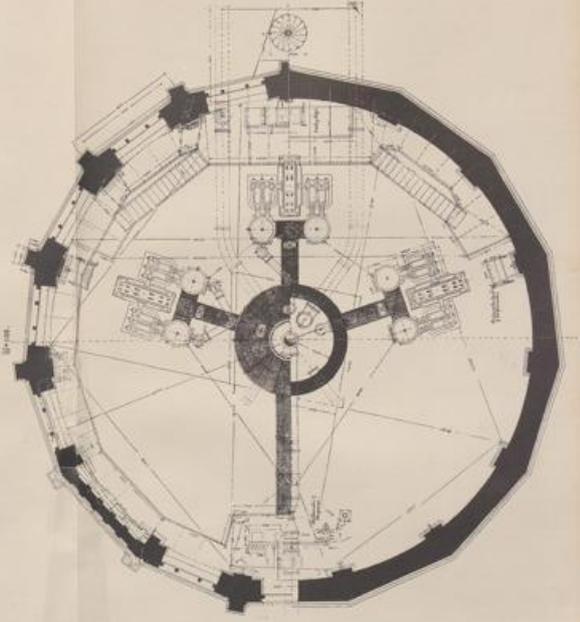
Gemeinde

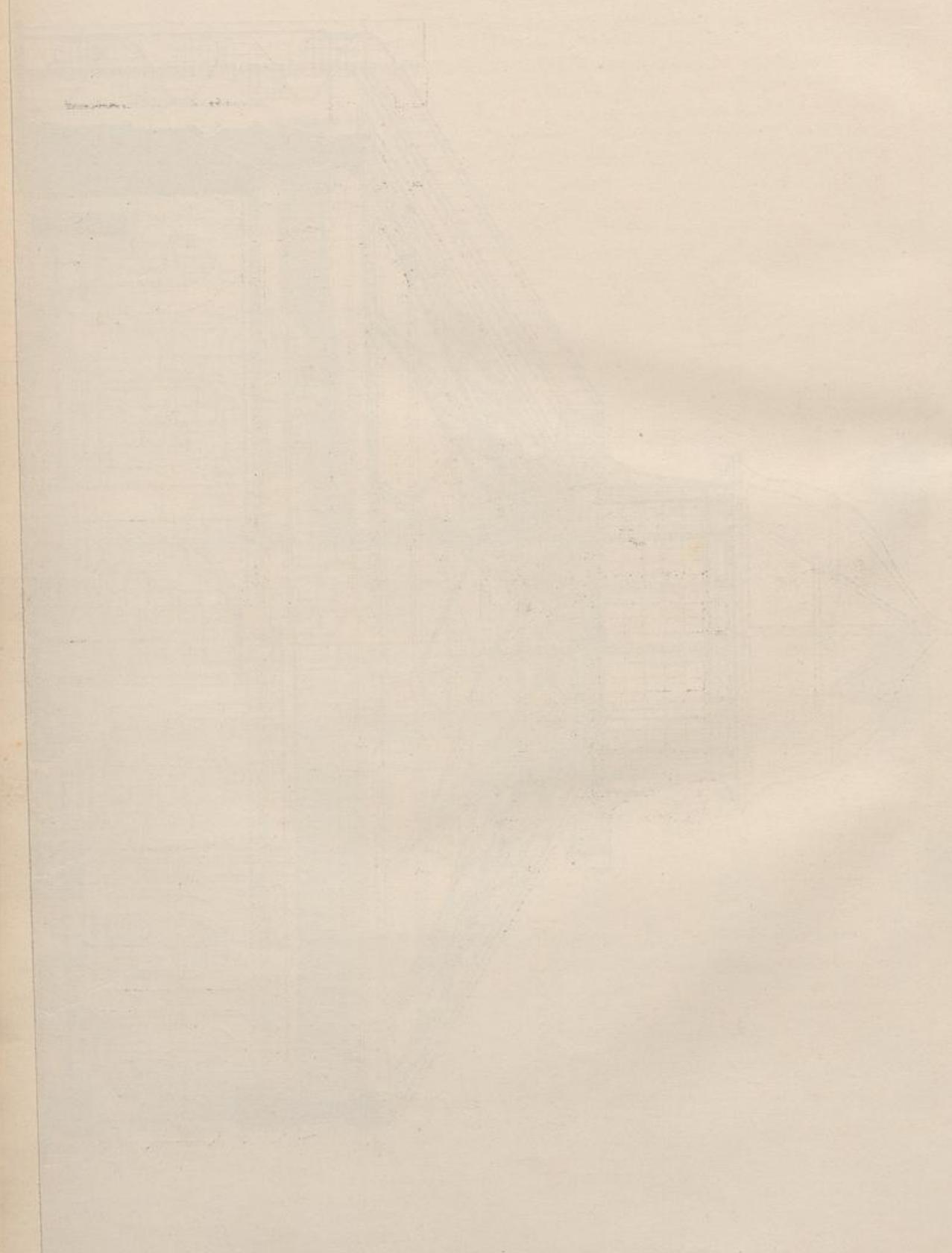
Rinkecke





REVIZIJSKO-ZEICHENUNG  
PUMPFABRIK V. HOHEWASSER  
MÜNCHEN





Aus diesen Zahlen geht hervor, daß die Brunnenwässer Münsters, wie in allen alten Städten, infolge der seit Jahrhunderten stattgehabten Verunreinigungen des Bodens eine außerordentlich schlechte Beschaffenheit angenommen hatten. Weil es an einer geregelten allgemeinen Kanalisation und Abführung aller Schmutzstoffe gefehlt hat, sind letztere in erhöhtem Maße in den Boden gedrungen und hier oxydiert worden, nämlich der Kohlenstoff der organischen Stoffe zu Kohlensäure, der Stickstoff zu Salpetersäure, der Schwefel zu Schwefelsäure usw.; die Säuren fanden genügend Basen (vorwiegend Kalk) im Boden vor, um sich mit ihnen zu Salzen (Carbonaten, Sulfaten und Nitraten) verbinden zu können, sind dann als solche gleichzeitig mit dem in den Hausabwässern reichlich vorhandenen Chlor-natrium, das vom Boden nicht absorbiert wird, ins Grundwasser übergegangen und haben mit der Zeit den außerordentlich hohen Gehalt des Brunnenwassers an diesen Salzen zur Folge gehabt. Wenn die organischen Stoffe (bzw. der zur Oxydation erforderliche Sauerstoff) nicht in demselben Maße zugenommen haben wie die Saize, wenn nicht überall Ammoniak oder salpetrige Säure gleichzeitig mit im Wasser aufgetreten ist, so spricht das für die gute Oxydationskraft des hiesigen Bodens und ist es wohl diesem Umstande zuzuschreiben, daß das stark verunreinigte Trinkwasser trotz gleichzeitig hohen Bakteriengehaltes den Gesundheitszustand der Bevölkerung der Stadt nicht in gleichem Maße herabgedrückt hat. Daß die Verunreinigung des Brunnenwassers sich in der besagten Weise vollzogen hat, geht am schlagendsten daraus hervor, daß der Gehalt an Sulfaten, Nitraten und Chloriden, entsprechend der Zusammensetzung häuslicher Abgänge, durchweg miteinander steigt und fällt und die Brunnen in den Außen- (neuen) Stadtteilen, die noch nicht lange oder doch weniger lange als in der Altstadt bewohnt gewesen sind, ein viel besseres und an genannten Salzen geringhaltigeres Wasser, als die im alten Stadtbezirk aufweisen.

Aus dem Grunde wurde die Versorgung der Stadt Münster mit gutem Trinkwasser ein dringendes Bedürfnis und ist der Magistrat dieser Frage, wie vorstehend auseinandergesetzt ist, in den 1880er Jahren näher getreten.

Im Laufe der Jahre seit 1880 sind (vergl. vorstehend) im ganzen im Süden der Stadt sechs größere Pumpwerke, angelegt, die sämtlich Grundwasser schöpfen.

Von dem Wasser der sechs Pumpwerke wurden seit ihrer Inbetriebsetzung ebenfalls fortlaufend Untersuchungen ausgeführt, von denen hier nur die ausführlicheren, die in den letzten Jahren von dem Abt.-Vorsteher der Landwirtschaftlichen Versuchsstation, Dr. A. Scholl, ausgeführt sind, mitgeteilt werden mögen, nämlich:

Pumpwerk	Datum		1 Liter enthält											Bemerkungen	
	Zeit der Untersuchung		Freie Kohlensäure mg	Abdampf- rückstand mg	Kalk mg	Magnesia mg	Eisen- oxydul mg	Kali mg	Natron mg	Schwefel- säure mg	Chlor mg	Salpeter- säure mg	Sauerstoff- verbrauch mg		Härtegrad mg
I.	28. Jan. 1885		0	379.6	121.8	—	—	—	—	42.4	35.4	31.5	3.5	—	(Keime in 1 cem)
	5. Nov. 1885		0	414.0	130.4	—	—	—	—	50.4	39.1	40.7	3.3	—	18
	21. Mai 1886		0	380.8	131.5	—	—	—	—	46.3	35.5	40.2	2.7	—	7
	13. Dez. 1886		0	388.8	136.0	—	—	—	—	51.2	39.0	40.5	4.7	—	—
	19. Juli 1888		0	419.5	146.0	16.6	—	—	—	66.5	39.0	34.5	6.0	16.9 <sup>0</sup>	24
	25. Jan. 1909		0	535.0	195.0	18.9	0	—	—	69.5	39.0	28.7	3.7	22.1 <sup>0</sup>	—
	13. Febr. 1912		—?	524.0	190.0	18.9	0.5	17.0	43.0	114.0	30.1	36.3	4.3	21.6 <sup>0</sup>	5.1 mg O 0.06 mg Mn 227.3 mg CO <sub>2</sub> (Gesamt —)

Pumpwerk	Datum	1 Liter enthält													Bemerkungen
	Zeit der Untersuchung	Freio Kohlensäure mg	Abdampf- rückstand mg	Kalk mg	Magnesia mg	Eisen- oxydul mg	Kali mg	Natron mg	Schwefel- säure mg	Chlor mg	Salpeter- säure mg	Sauerstoff- verbrauch mg	Härtegrad mg		
II.	24. Juli 1893	0	255.2	76.0	—	—	—	—	27.2	17.7	31.0	3.4	—	31 Keime — — 2.3 mg O 0.47 mg Mn 120.7 mg CO <sub>2</sub> (Gesamt —)	
	26. Sept. 1893	0	170.0	55.0	4.6	—	—	—	25.8	7.0	25.0	3.6	6.1 <sup>o</sup>		
	20. April 1907	0	264.0	80.0	15.3	1.0	—	—	60.9	19.5	20.2	1.5	10.0		
	14. Febr. 1912 <sup>1)</sup>	8.0	606.0	192.5	27.2	0.5	7.1	24.8	217.0	26.6	45.3	1.9	23.0 <sup>o</sup>		
III.	25. Jan. 1909	0	296.0	nicht be- stimmt	11.7	0.24	—	—	72.1	24.8	25.2	1.8	nicht be- stimmt	2.2 mg O 0.47 mg Mn 131.7 mg CO <sub>2</sub> 2.2 mg O 0.03 mg Mn 111.7 mg CO <sub>2</sub> 2.4 mg O 0.13 mg Mn 144.2 mg CO <sub>2</sub>	
	14. Febr. 1912	5.8	380.0	130.0	14.5	0.58	3.7	21.8	100.8	28.4	30.2	2.1	15.0 <sup>o</sup>		
	22. März 1912	5.4	426.0	144.0	23.2	0.77	4.3	25.6	137.5	24.8	27.0	1.9	17.6 <sup>o</sup>		
	24. April 1912	5.3	448.0	162.5	27.4	0.73	6.5	27.5	149.2	21.3	18.0	1.8	20.0 <sup>o</sup>		
IV.	25. Jan. 1909	0	322.0	102.5	21.6	0.25	—	—	81.5	24.6	16.8	1.1	13.3 <sup>o</sup>	3.6 mg O 0 mg Mn 105.8 mg CO <sub>2</sub> (Gesamt —)	
	22. März 1912	3.6	388.0	124.0	18.1	0.26	2.0	15.6	73.7	33.6	31.5	1.7	14.9 <sup>o</sup>		
Alte Brunnenreihe															
	3. Mai 1903	0	144.0	52.5	5.4	0	5.8	18.4	24.9	14.2	22.8	2.0	6.0 <sup>o</sup>		
	20. Aug. 1904	0	134.8	37.5	1.8	0	—	—	12.9	14.2	6.0	1.8	4.1 <sup>o</sup>		
	25. Jan. 1909	0	364.0	125.0	18.0	0.89	—	—	84.0	17.7	4.9	2.0	15.0 <sup>o</sup>		
	5. Juli 1909	3.3	388.0	145.0	19.8	0.3	5.1	22.2	94.4	14.6	7.1	2.6	17.3 <sup>o</sup>		
	13. Juli 1909	3.1	372.8	130.0	14.7	2.6	4.1	20.7	120.1	14.2	2.9	4.1	15.9 <sup>o</sup>		
	30. Sept. 1909	8.8	458.0	156.5	16.0	3.2	3.0	12.5	148.7	14.9	2.0	1.6	17.9 <sup>o</sup>		
	30. Sept. 1909	8.8	458.0	156.5	16.0	3.2	3.0	12.5	148.7	14.9	2.0	1.6	17.9 <sup>o</sup>		
Neue Brunnenreihe (17—29 Osten)															
Rohwasser															
V.	14. März 1912	16.0	162.2	42.5	3.6	12.8	2.7	12.8	34.3	8.9	9.1	3.3	4.7 <sup>o</sup>	0.11 mg O 65.9 „ CO <sub>2</sub> 1.3 mg O 0.13 „ Mn 62.7 „ CO <sub>2</sub>	
	22. April 1912	15.2	206.0	67.5	2.7	6.2 <sup>3)</sup>	4.1	22.6	50.7	10.6	10.8	2.1	7.1 <sup>o</sup>		
Reinwasser															
	14. März 1912	5.6	150.0	47.5	3.6	0.17	3.7	17.0	32.6	10.6	9.1	2.9	5.3 <sup>o</sup>	0.02 mg O 54.0 „ CO <sub>2</sub> 1.12 mg O 0.12 „ Mn 72.1 „ CO <sub>2</sub>	
	22. April 1912	5.1	222.0	72.5	1.8	0.13	3.8	23.9	49.4	10.6	6.8	1.7	7.5 <sup>o</sup>		
VI.	16. Febr. 1912	3.5	310.0	97.5	15.4	0.15	4.4	40.3	58.3	39.0	29.4	2.0	11.9 <sup>o</sup>	2.3 mg O 0.02 „ Mn 122.9 „ CO <sub>2</sub> 2.13 mg O 0.14 „ Mn 120.7 „ CO <sub>2</sub> (Gesamt —)	
	22. April 1912	3.8	338.0	102.5	14.5	0.32	6.5	40.7	55.5	35.4	27.1	1.8	12.2 <sup>o</sup>		
Gesamt-Leitungswasser in der Stadt.															
Versuchsstation															
	23. Febr. 1906	0	286.0	88.0	10.0	0.15	3.6	11.8	56.6	16.9	18.4	1.4	10.2 <sup>o</sup>	— 84.9 mg CO <sub>2</sub> (Gesamt —) 3.3 mg O 0.06 mg Mn 111.4 mg CO <sub>2</sub>	
	13. Mai 1907	0	204.0	65.0	6.3	—	—	—	45.5	15.9	14.0	1.3	7.4 <sup>o</sup>		
	18. April 1912	5.3	301.3	102.5	15.6	1.2	5.3	22.9	73.5	20.4	17.0	1.9	12.5 <sup>o</sup>		

<sup>1)</sup> Die außerordentliche Zunahme an Salzen hat dieses Mal seinen Grund darin, daß der Brunnen bis fast zur Erschöpfung leer gepumpt wurde. — <sup>2)</sup> Vor Eintritt in die Enteisener war Luft eingepreßt.

Das Kgl. Medizinal-Untersuchungsamt (Vorsteher: Kreisarzt Dr. Besserer) prüft seit Jahren das städtische Leitungswasser in bakteriologischer Hinsicht. Alle 14 Tage wird das Sammelwasser der Pumpwerke 2—6 durch Entnahme einer Probe am Zapfhahn des Amtes auf seinen Keimgehalt hin untersucht. Gelegentlich sind auch an den Pumpwerken selbst Proben entnommen worden. Übereinstimmend hat sich ergeben, daß die Keimzahl dauernd als niedrig anzusehen ist. Auf Gelatine wuchsen nach  $2 \times 24$  stündiger Züchtung bei  $22^{\circ}$  C. stets unter 50 Keime aus (Lupenzählung), meist unter 20; auf Agar nach Züchtung bei  $37^{\circ}$  C. wuchsen durchschnittlich noch weniger Keime aus. *Bacterium coli* konnte niemals festgestellt werden. Bei Benutzung von Heyden-Agar fand sich eine höhere Keimzahl (50—250), indessen kein größerer Reichtum an Arten. Die Kolonien gehörten fast immer nur 2—3 Arten harmloser Wasserbakterien an.

Das Wasser des Pumpwerks I versorgt nur einen Teil des Stadtnetzes, gemeinsam mit dem Mischwasser der Werke II—VI. Bis zum Med. Untersuchungsamt gelangt das Wasser nicht hin. Dieses Wasser wurde daher öfters am Pumpwerk selbst, das innerhalb des Weichbildes der Stadt liegt, geprüft. Dabei zeigte sich, daß der Gehalt an Keimen ein viel schwankenderer war, als bei den übrigen Pumpwerken. Nach starkem und anhaltendem Regenwetter konnte einmal vorübergehend ein Keimgehalt von 2500 festgestellt werden (Gelatine). *Bacterium coli* trat aber auch dann nicht auf (10 ccm Wasser geprüft), auch blieb die Artenzahl gering. Am 17. August 1911, zur Zeit der großen Hitzeperiode, fand sich ein Keimgehalt von durchschnittlich 570 (Gelatine). Eine im März 1912 vorgenommene Prüfung ergab nur 15 Keime. Der schwankende Gehalt an Keimen erklärt sich aus Anlage und Lage der Brunnen des Pumpwerks. Leider ist dasselbe bisher noch unentbehrlich, doch besteht Hoffnung, es bald ausschalten zu können.

Aus diesen Untersuchungen geht zunächst hervor, daß das Wasser der Pumpwerke II—VI in bakteriologischer Hinsicht einwandfrei ist; nur Pumpwerk I zeigt einige Abweichungen hiervon.

In der chemischen Zusammensetzung des Wassers der einzelnen Pumpwerke machen sich jedoch örtlich wie zeitlich größere Unterschiede geltend.

Zunächst ist das Wasser des Pumpwerkes I von Anfang an reicher an Abdampfückstand, vorwiegend an Kalk, also härter gewesen, als das Wasser der anderen Pumpwerke. Das hängt mit der Verschiedenheit der wasserführenden Bodenschichten zusammen, die bei Pumpwerk I vorwiegend aus Mergel, bei den anderen Pumpwerken vorwiegend aus Sand bzw. Kies bestehen.

Sehr bemerkenswert ist ferner die stetige Zunahme sämtlicher älteren Pumpwerke (I—V) an Salzen seit ihrer Inbetriebnahme; besonders auffällig ist diese Erscheinung bei Pumpwerk II, III und V. Das kann seinen Grund nur darin haben, daß durch die starke Wasserschöpfung das Grundwasser mehr und mehr gesenkt wurde und daß immer tiefere und weitere Boden- und Wasserschichten, die reicher an Calciumsulfat als die ursprünglich in der Nähe der Brunnen befindlichen Wasserschichten sind, mit in Anspruch genommen wurden. Man kann aber auch annehmen, daß die Senkung des Untergrundwasserstandes einen erhöhten Luftzutritt zu den Bodenschichten bedingt und diese ihrerseits eine erhöhte Oxydation vorhandener Schwefelverbindungen (Markasit usw.) zu Schwefelsäure bzw. zur Bildung von Calciumsulfat

zur Folge gehabt hat. Mit dieser Annahme würde auch noch eine andere Erscheinung im Einklang stehen, nämlich das spätere Auftreten von freier Kohlensäure und Eisenoxydul im Leitungswasser. Bis zum Frühjahr 1909 führten sämtliche Pumpwerke ein völlig klares, fast eisenfreies Wasser; von da an traten bei den Pumpwerken II—V plötzlich Eisenoxydulverbindungen im Wasser auf, die, besonders bei Pumpwerk V, immer größer wurden und zur Abscheidung von Eisenoxydhydrat im Leitungswasser Veranlassung gaben. Gleichzeitig stellte sich auch freie Kohlensäure im Wasser ein.

Die Mengen an Eisenoxydul und freier Kohlensäure waren aber bei den einzelnen Brunnen verschieden. So ergaben sich z. B. bei dem Pumpwerk V, das 20 Schöpfbrunnen umfaßt, die Schwankungen zwischen den einzelnen Brunnen wie folgt:

	Gesamtbrunnen:	Brunnen 3	Brunnen 8
Freie Kohlensäure . . . . .	0—37,6 mg	7,7—37,6 mg	2,6—34,3 mg
Eisenoxydul . . . . .	0,3—23,0 mg	11,6—23,0 mg	0,5—1,0 mg
Kalk . . . . .	72,5—335,0 mg	227,5—335,0 mg	82,7—287,5 mg
Magnesia . . . . .	1,8—39,0 mg	21,6—39,0 mg	8,1—29,9 mg
Härtegrade . . . . .	8,0 <sup>o</sup> —39,0 <sup>o</sup>	25,8 <sup>o</sup> —39,0 <sup>o</sup>	9,4 <sup>o</sup> —32,9 <sup>o</sup>
Sauerstoffverbrauch . . . . .	1,4—3,9 mg	2,3—3,9 mg	1,0—3,2 mg

Die bedeutenden Schwankungen im Gehalt des Wassers der einzelnen Brunnen können nur dadurch erklärt werden, daß infolge des geringen Umfanges der Wasserschöpffläche die Senkung des Grundwasserstandes zu rasch und zu stark erfolgte und bei den einzelnen Brunnen nicht gleichmäßig war. Hierdurch war weiter ein verschieden starker Luftzutritt zu den Bodenschichten bedingt, der eine entsprechend größere oder geringere Oxydation und Bildung von Kohlensäure zur Folge hatte, die einerseits wechselnde Mengen von Eisenoxydul und Kalk aus den Bodenschichten löste, andererseits im ungebundenen Zustande als freie Kohlensäure im Wasser bestehen blieb.

Für diese Annahme spricht auch die weitere Erscheinung, daß der Gehalt an freier Kohlensäure und Eisenoxydul je nach Regenfall und Witterung bei denselben Brunnen an den einzelnen Tagen verschieden war. So wurden beobachtet:

	1909 Juli	1./5.	6./10.	11./15.	16./20.	21./25.	26./30.	31. bis 4.	5./9.	10./14.	15./19.
		VII.	VII.	VII.	VII.	VII.	VII.	VII. VIII.	VIII.	VIII.	VIII.
Regentage . . . . .	2	5	5	2	5	5	5	1	1	4	
Regenmenge . . . . .	2.7	46.7	3.7	15.2	10.8	21.3	62.7	0.2	0.4	11.7 mm	
Mittl. Temperatur .	15.5	12.9	14.7	15.4	16.4	14.4	13.5	20.4	17.1	18.1 <sup>o</sup> C.	

#### P u m p w e r k V.

Brunnen 3. 1909	—	19./VII.	22./VII.	24./VIII	—	—	—	18./VIII.	19./VIII.	30./VIII.
Freie Kohlensäure	—	7.7	12.6	10.1	—	—	—	22.0	23.4	20.2 mg
Eisenoxydul . . . .	—	—	11.6	—	—	—	—	12.9	20.1	18.0 „
Brunnen 8. 1909	4./VII.	13./VII.	19./VII.	22./VII	24./VII.	—	—	18./VIII.	14./IX.	7./X.
Freie Kohlensäure	9.9	11.8	12.5	2.8	2.6	—	—	34.3	6.6	22.0 mg
Eisenoxydul . . . .	—	—	—	1.0	—	—	—	2.6	0.6	0.5 „

Die freie Kohlensäure im Gesamt-Leitungswasser in der Stadt betrug am 23. Juli 2.6 mg, in den Tagen vom 13.—21. August 1909 schwankte sie zwischen 3.5—5.6 mg in 1 Liter.

Während also der Juli und die vier ersten Tage des August 1909 sehr regenreich und dabei kühl waren, trat vom 5. August an eine Trockenperiode ein, in welcher sowohl die mittlere Temperatur als auch das Temperatur-Maximum erheblich stieg. Zweifellos hat bei der starken Erwärmung des Bodens die Zersetzung seiner organischen Stoffe eine erhebliche Steigerung erfahren, welche sich in der sprunghaften Zunahme der bei der Zersetzung gebildeten Kohlensäure im Grundwasser äußerte. Auch im Gesamt-Leitungswasser der Stadt machte sich Ende August 1909 eine geringe Steigerung an freier Kohlensäure geltend. Der Gehalt an freier Kohlensäure und Eisenoxydul nahm bei den einzelnen Brunnen des Pumpwerkes V in der Hohen Ward bis Sommer 1910 noch erheblich zu; er betrug nämlich für 1 Liter:

Tag der Untersuchung	Brunnen 3					Brunnen 8					Brunnen 6	
	24./XII.	3./III.	1./VI.	3./VI.	18./VI	24./XII.	3./III.	1./VI.	3./VI.	18./VI.	3./VI.	18./VI.
	1909	1910				1909	1910				1910	
Freie Kohlensäure . .	34.4	36.0	52.0	49.6	52.0	30.4	33.6	84.0	95.2	103.2	88.0	95.2 mg
Eisenoxydul . . . . .	20.6	28.3	16.1	15.4	14.1	0.6	—	14.1	8.8	9.0	17.3	16.4 „

Die Beobachtungen über die Veränderung des Wassers gaben weiter Veranlassung, seine bleilösende Wirkung festzustellen; sie wurde für je 1 l gefunden:

Tag der Untersuchung	1909	Brunnen 3			Brunnen 8			Leitungswasser in der Stadt. (Versuchsstation)					
		22. VII.	18. VIII.	19. VIII.	19. VII.	22. VII.	18. VIII.	16. VIII.	18. VIII.	19. VIII.	20. VIII.	21. VIII.	22. VIII.
Freie Kohlensäure . .		12.6	22.0	23.4	12.5	2.8	34.3	5.1	4.5	4.4	3.6	2.9	2.6 mg
Gelöstes Blei . . . . .		2.8	5.2	5.6	2.7	0	6.6	3.6	2.7	3.1	1.2	0.9	Spur „

Die bleilösende Wirkung steht hiernach in gewissem Verhältnis zur Menge der vorhandenen freien Kohlensäure.

Nach diesen Ermittlungen wurden seitens der Stadtverwaltung sofort Vorkehrungen zur Beseitigung der Übelstände getroffen und die Anlegung einer Enteisungsvorrichtung beschlossen. Da diese nicht schnell genug beschafft werden konnte, wurde zunächst Pumpwerk V, dessen Wasser den höchsten Gehalt an freier Kohlensäure und Eisenoxydul aufgewiesen hatte, stillgelegt und der Bedarf vorwiegend aus den Pumpwerken I—IV, deren Wasser bis dahin frei von diesen Bestandteilen oder geringhaltiger hieran gewesen war, gedeckt. Dadurch änderten sich auch sofort die Ausscheidungen an Eisenoxydhydrat wie der Gehalt an freier Kohlensäure im Leitungswasser der Stadt.

Die täglichen Untersuchungen aus zahlreichen Zapfstellen der Stadt in der Zeit vom 25. August bis zum 7. Oktober 1909 ergaben z. B. für 1 l einen Gehalt an Blei von 0 bis 0.60 mg im Mittel von 0.18 mg. Vom 19. Oktober 1909 an wurden die Bestimmungen des Bleigehaltes in zunächst 2—3tägigen, später etwa 14tägigen Zwischenräumen ständig fortgesetzt, wobei Bleimengen von 0 bis 0.36 mg, im Mittel von 0.15 mg in 1 l Wasser nach 12stündigem Stehen in der Bleirohrleitung gefunden wurden.

Die günstigen Verhältnisse haben nach der Anlegung der Enteisungsvorrichtung angehalten. Vor der Enteisungsanlage wurden auf dem Pumpwerk V zahlreiche Versuche unter verschiedenen Bedingungen zur Klärung der Frage unternommen, ob die Enteisung in geschlossener Anlage ausgeführt werden könne und ob die freie Kohlensäure sich nach der Enteisung durch Rieselung des Wassers im Vakuum bis auf einen unschädlichen Rest beseitigen lasse. Mehrere Versuche dieser Art lieferten folgende Ergebnisse für 1 Liter:

	Freie Kohlensäure	Gelöster Sauerstoff	Eisenoxydul
1. Rohwasser. . . . .	13.2—20.0 mg	1.65—1.85 mg	1.8—5.6 mg
2. Reinwasser:			
a) Nach der Enteisung. . . . .	6.5—20.8 „	1.42—1.57 „	0.04—1.6 „
b) Nach desgl. u. Entsäuerung	3.7—6.0 „	2.5 „	0.08—1.6 „

Hiernach erwies sich bei der damaligen Beschaffenheit, also bei einem Eisenoxydulgehalt bis zu 6 mg in 1 l, die Enteisung in einer geschlossenen Anlage als befriedigend ausführbar. Die Zuführung von Luft, welche bisher für die Enteisung als unumgänglich notwendig angesehen wurde, stellte sich als unnötig heraus. Dagegen spielt bei der Entfernung der freien Kohlensäure durch Vakuumrieselung die Luftzufuhr eine entscheidende Rolle, da eine weitgehende Entsäuerung nur bei geeigneter Luftzufuhr erreicht wurde (vergl. vorstehend). — Eine wesentliche Änderung des Sauerstoffgehaltes des Wassers findet hierbei nicht statt.

Mit Rücksicht auf die großen Kosten des Lüftungsverfahrens hat die Stadt dann das Verfahren von Battige & Schöneich in Berlin, nämlich Enteisung usw. durch eine Kontakt- und Filtermasse eingeführt, welches sich nach den bisherigen Beobachtungen für die hiesigen Verhältnisse als genügend wirksam herausgestellt hat.

Die hier gemachten Beobachtungen und Erfahrungen sind lehrreich für andere Anlagen mit Grundwasserversorgung, die im übrigen als die hygienisch beste angesehen wird. Infolge zu starker Inanspruchnahme der Brunnen und zu starker wie rascher Senkung des Grundwassers kann die Beschaffenheit des geförderten Wassers geändert werden und es können gleichzeitig mit einer Erhöhung des Salzgehaltes (besonders von Calciumsulfat), freie Kohlensäure und Eisenoxydulcarbonat im Wasser auftreten, die einer erhöhten Oxidation von Schwefelverbindungen und organischen Stoffen des Bodens ihre Entstehung verdanken, indem die aus Schwefelverbindungen gebildete Schwefelsäure Kalk, die aus organischen Stoffen gebildete Kohlensäure einerseits Kalk und Eisenoxydul löst, sich damit verbindet, andererseits sofern die Menge der Basen zur Bildung von Carbonaten nicht ausreicht, im freien Zustande bestehen bleibt. Hierfür spricht besonders auch der Umstand, daß die sonstigen Bestandteile des Wassers sich seit der Inbetriebnahme der Pumpwerke nicht geändert haben. Die Chloride und Nitrate, die Alkalien, die gelösten, durch Kaliumpermanganat oxydierbaren organischen Stoffe sowie auch die Keime an Mikrophyten ist von Anfang an bis jetzt auf mehr oder weniger gleicher Höhe geblieben. Daraus geht mit Bestimmtheit hervor, daß die seit 1909 im Grundwasser, besonders der Hohen Ward, aufgetretenen Veränderungen nicht etwaigen besonderen Verunreinigungen des Bodens ihre Entstehung verdanken, sondern das Wassersammelgebiet nach wie vor als hygienisch einwandfrei angesehen werden muß. Denn das vorhandene

Eisenoxydul bezw. Eisenoxyd macht das Wasser für Trinkzwecke nur unappetitlich, nicht aber gesundheitsschädlich; nur für manche gewerbliche Zwecke, z. B. zum Waschen, ist das Eisenoxydul nachteilig und die freie Kohlensäure wird nur dann gesundheitsschädlich, wenn das gleichzeitig sauerstoffhaltige Wasser längere Zeit in den Bleirohren stehen bleibt und Blei löst.

Beide Bestandteile, freie Kohlensäure und Eisenoxydul, lassen sich aber aus dem Wasser entfernen, wenn letzteres nur an Kohlensäure gebunden ist und dann hat das so gewonnene Grundwasser wegen seiner Keimfreiheit bzw. Keimarmut und wegen seiner gleichmäßigen kühlen Temperatur nicht zu unterschätzende Vorzüge vor filtriertem Oberflächenwasser.

Weiter aber muß aus den hiesigen Erfahrungen als Lehre gezogen werden, daß nämlich für Grundwasserversorgungen, abgesehen von einwandfreien Bodenschichten das Schöpfgebiet von vornherein genügend umfangreich angelegt wird und die einzelnen Brunnen, in genügender Verteilung, nicht zu stark und ungleichmäßig in Anspruch genommen werden, damit eine allmähliche und gleichmäßige Senkung des Grundwassers stattfindet. Denn eine örtlich zu starke und schnelle Senkung desselben kann, wie wir gesehen haben, erhöhte Umsetzungen im Boden zur Folge haben, die nicht immer so gutartig wie hier verlaufen, sondern unter Umständen für Wasserversorgungen verhängnisvoll werden können, wie es z. B. vor einigen Jahren der Fall in Breslau gezeigt hat. Um solchen Überraschungen vorzubeugen, dürfen auch bei einem anfänglich hygienisch einwandfreien Wasser fortlaufende Untersuchungen auf freie Kohlensäure, Eisenoxydul- und Manganverbindungen<sup>1)</sup> nicht unterlassen werden.

Vielfach war und ist noch immer, besonders unter Ärzten, die Ansicht verbreitet, daß für die Beurteilung des Wassers einzig und allein die bakteriologische Untersuchung und örtliche Besichtigung einer Wasserversorgungsanlage maßgebend seien. Beide Gesichtspunkte würden hier aber keinerlei Aufschluß gebracht haben; denn in der guten bakteriologischen Beschaffenheit des Wassers hat sich seit Beginn der Förderung nichts geändert; ebensowenig sind in dem Sammelgebiet der Brunnen irgendwelche Änderungen aufgetreten. Durch die örtliche Besichtigung lassen sich aber chemische Vorgänge in den unteren Schichten des Bodens nicht feststellen; auch das Aussehen des gefördertten Wassers ist nicht entscheidend; denn es kann, wie in diesem Falle, hell und klar, sogar von unauffälligem Geschmack sein und doch Bestandteile enthalten, die bei zentralen Wasserversorgungen in den Leitungen nachteilig wirken können. Hierüber kann nur eine fortgesetzte eingehende chemische Untersuchung Auskunft geben; sie wird daher bei Wasserversorgungen nach wie vor eine entscheidende Rolle mitspielen.

<sup>1)</sup> Manganoxydverbindungen sind im Münsterschen Leitungswasser nur vereinzelt und in Flöckchen, nicht gelöst, aufgetreten; auch Ansätze in den Leitungsrohren, die vereinzelt beobachtet wurden, enthielten bis jetzt keine Manganoxydverbindungen. Derartige in feinen Flöckchen in einem Wasser vorkommenden Manganoxydverbindungen können mit den üblichen Reagenzien die Anwesenheit von salpetriger Säure vortäuschen, sind aber sonst unbedenklich.



Neubrückenstraße mit Martinikirchturm.