



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Universitätsbibliothek Paderborn

Festschrift zur 84. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte

Münster (Westf)

Münster i. Westf., 1912

Die Wasserversorgung der Stadt Münster. Von Geh.-Rat Prof. Dr. J. König
und Stadtbaurat R. Tormin.

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



Die Wasserversorgung der Stadt Münster.

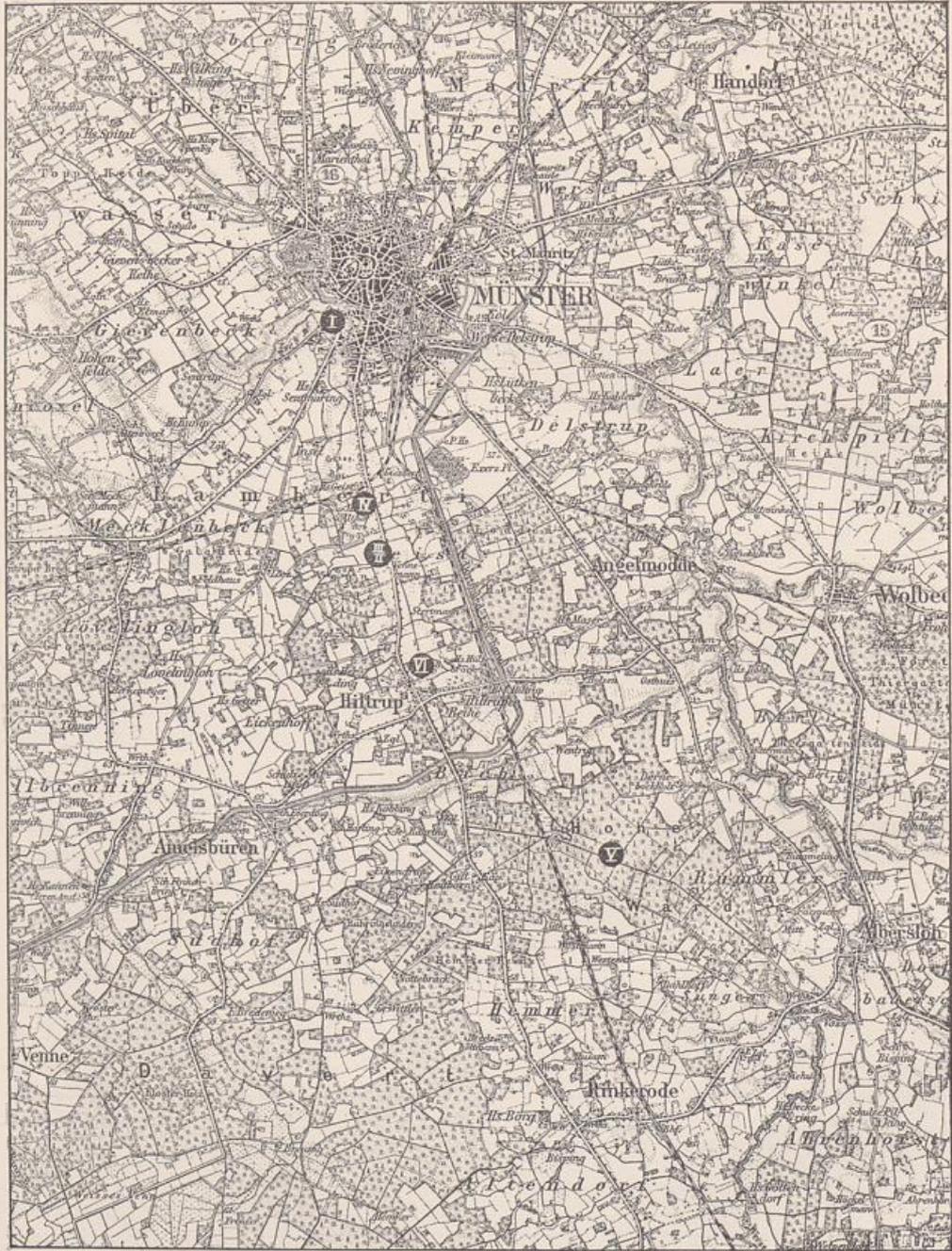
Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. J. König und Stadtbaurat R. Tormin.

I. Allgemeines über die Wasserversorgungsanlage.

Von Stadtbaurat R. Tormin.

Münster erfreut sich seit dem Jahre 1880 einer zentralen Wasserversorgung mit Hausanschlüssen. Vorher war die ganze Einwohnerschaft bezüglich des benötigten Trinkwassers sowohl als auch des sonstigen Gebrauchswassers ausschließlich auf die Benutzung der zahlreichen teils in den Höfen und teils auf den Straßen angelegten Pumpbrunnen angewiesen. In einem von Dr. Lerch-Berlin herausgegebenen Buch „Hydro-Physik“ wird dieser Brunnen mit folgenden Worten gedacht: „In Münster und Umgegend hat man eine Menge artesischer Brunnen angelegt, die, wenn sie eine Tiefe von 90–150 Fuß erreichten, meist bis nahe an die Oberfläche steigendes Wasser geben.“ Dr. Bruckmann, ein auswärtiger Geologe und Hydrograph, der eine Schrift über das Verhalten artesischer Brunnen, Quellenstudien, Wasserleitungen, Schachtbrunnen etc. auf Grund langjähriger Erfahrungen herauszugeben beabsichtigte, ersuchte im Jahre 1868 den Magistrat um Auskunft über die Bodenverhältnisse in Münster, über das Schicksal oder Verhalten dieser Brunnen, namentlich auch, ob man Ursache habe, mit der Wassermenge derselben stets zufrieden zu sein, oder ob sich im Laufe der Zeit eine wesentliche Wasserabnahme (vielleicht auch ein Versiegen einiger Brunnen) wahrnehmen ließe. In der Antwort auf diese Anfrage wurde im wesentlichen folgendes angegeben:

„Die Stadt Münster, in einer Tiefebene gelegen, steht auf angeschwemmtem Boden von Sand und Lehm vermischt. Auf der nordöstlichen Seite der Stadt tritt der Mergel fast zu Tage, während er an der nordwestlichen Seite 30–40 Fuß unter dem angeschwemmten Boden liegt. In der Stadt selbst, wie auch in den Vorstädten sind eine große Anzahl Brunnen mit Pumpen vorhanden. Größtenteils sind es Senkbrunnen (zwischen 10 und 30 Fuß Tiefe), welche teils in grobem Triebande, teils in Lehm oder Mergel fußen. Bohrbrunnen sind teils in vorhandenen Senkbrunnen, teils auf flachem Terrain ohne Senkbrunnen angelegt und wechseln zwischen 50–120 Fuß Tiefe. Die Weiten der Bohrlöcher schwanken zwischen 3 und 5 Zoll. Manche Bohrbrunnen und zwar die mit engerem Bohrloch bei geringerer Tiefe von 40–50 Fuß liefern nur spärlich Wasser. Die anderen Brunnen von 80 und mehr Fuß Tiefe liefern so viel Wasser, als eine 4 $\frac{1}{2}$ –5zöllige Pumpe permanent fördern kann. Der Wasserspiegel dieser tieferen Brunnen erhebt sich fast bis 5 Fuß über



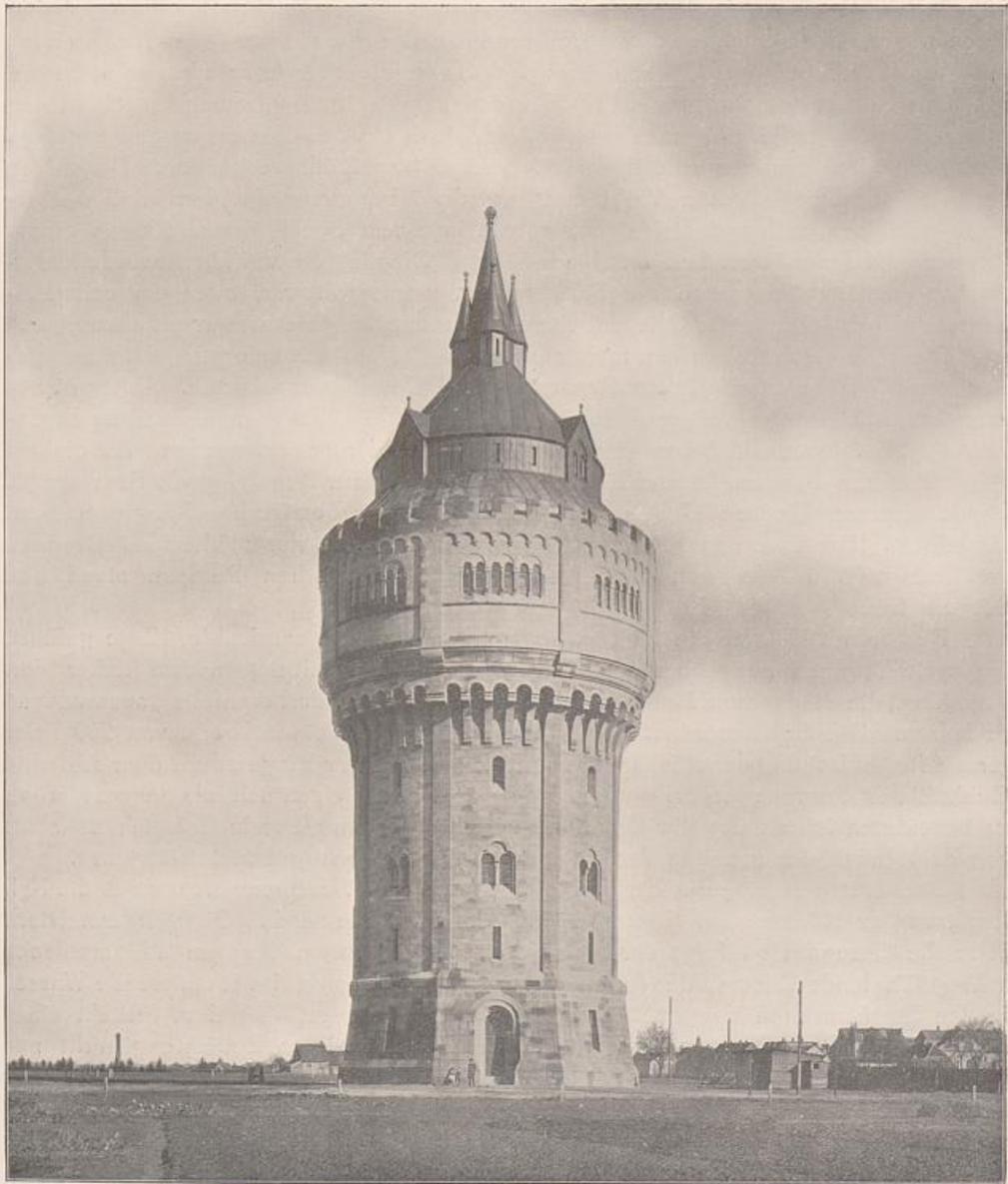
Karte der Wasserentnahmegebiete und Lage der städt. Pumpwerke.

dem Aaspiegel, also etwa 182 Fuß über dem Amsterdamer Pegel. Das Wasser dieser tiefen wie auch der nicht so tiefen Bohrbrunnen ist schwefelwasserstoffhaltig, sodaß es auch bei völliger Klarheit stark nach Schwefelwasserstoff riecht und schmeckt. Die meisten dieser Bohrbrunnen sind in den Jahren 1820—40 ausgeführt. In den späteren Jahren sind nur noch wenige, der bedeutenden Kosten wegen, angelegt. Von diesen Bohrbrunnen sind etwa 200 Stück in der Stadt vorhanden. Diejenigen Brunnen, welche in direkter Verbindung mit der Saugpumpe standen, sind wasserhaltig geblieben, während diejenigen, welche in einem Senkbrunnen oder in einem Reservoir ausliefen, zum Teil verschlammte sind. Dies letztere Verfahren wurde hauptsächlich dann gewählt, wenn der Senkbrunnen wasserarm war, oder um schwefelwasserstoffhaltigem Wasser Gelegenheit zu geben, den Schwefelwasserstoff abzusetzen.“

Die Privatbrunnen wurden meistens von 5—6 Nachbarn benutzt und teilten sich diese auch in die erforderlichen Reparatur- und Unterhaltungskosten. Außer diesen Privatbrunnen standen auf verschiedenen Straßen und Plätzen Pumpen, welche Eigentum der Stadt waren und von dieser unterhalten und repariert wurden. An einigen der städtischen Pumpen befand sich eine Einrichtung zur Benutzung als Feuerspritze. Die Reparaturen dieser städtischen Pumpen wurden von bestimmten Pumpenmachern ausgeführt. Der Etat von 1846 sah für die Unterhaltung der städtischen Brunnen und Pumpen 170 Taler vor. Die Benutzung der städtischen Pumpen stand den Bürgern frei.

Das Jahr 1858 war ein äußerst trockenes. Allgemein wurde hier Klage geführt, daß viele Brunnen ausgetrocknet seien. Die Polizeiverwaltung machte daher den Vorschlag, die städtischen Brunnen untersuchen und erforderlichenfalls „ausmudden“ zu lassen. Die Stadtverordneten bewilligten dann auch einen Kredit von 200 Taler für die Instandsetzung der städtischen Pumpen. Klagen der Bürgerschaft über schlechte Qualität des Brunnenwassers wurden selten laut, was eigentlich als verwunderlich zu bezeichnen ist, da das die Brunnen in den Höfen umgebende Erdreich sehr oft von dem Inhalt der meist in der Nähe befindlichen Abortgruben infiziert war.

Den ersten Anstoß zur Errichtung einer zentralen Wasserversorgung gab die Kgl. Regierung zu Münster. Im November 1869 schrieb diese an den Oberbürgermeister: „Der die Gesundheit infolge der stets vorhandenen großen fauligen Schlammdecke sehr gefährdende Zustand der Aa innerhalb der Stadt, sowie das stagnierende Wasser in den Straßenrinnen der meisten Stadtteile erheische es, daß dem Projekt einer städtischen Wasserleitung nähergetreten werde, durch deren Einrichtung nicht nur die beiden Übelstände beseitigt würden, sondern insbesondere dem Bedürfnisse zur Beschaffung eines besseren Trinkwassers für die Bewohner der Stadt abgeholfen werden könne. Es sei kaum zu bezweifeln, daß die Stadtverordneten die erforderlichen Mitteln bewilligen würden. Eventuell sei zu versuchen, einen fremden Unternehmer für die Ausführung des Projektes auf eigene Rechnung zu gewinnen.“ — In dem Antwortschreiben des Magistrats vom Februar 1870 wird die Berechtigung der Klage über die beiden ersten Punkte anerkannt und Änderung der Verhältnisse zugesagt. Daß aber das Trinkwasser in der Stadt schlecht sei, könne nicht anerkannt werden. Die meisten Brunnen lieferten ein vorzügliches Trinkwasser, jedenfalls ein besseres, als je durch eine Wasserleitung beschafft werden könne. Die Regierung gab sich jedoch hiermit nicht zufrieden und drängte darauf, daß die



Wasserturm auf der Geist.

Stadtverordneten Stellung zu der Angelegenheit nehmen sollten. Das geschah und im September 1870 erklärte sich die Stadtverordneten-Versammlung einstimmig mit dem ablehnenden Standpunkt des Magistrats einverstanden.

Weiteres wurde in der Angelegenheit nicht unternommen, bis im Februar 1878 der Stadtrat und Fabrikant Theissing dem Magistrat die Anlage einer städtischen



Maschinenhaus des Pumpwerks Hohe Ward.

Wasserleitung vorschlug und mit der Durchführung seines Projektes und Errichtung der ersten Pumpstation im Jahre 1880 die Grundlage für die heutige ausgedehnte Wasserversorgung der Stadt schuf.

Insgesamt etwa 95000 Personen werden heute durch die Wasserwerksanlagen der Stadt mit Trink- und Nutzwasser versorgt und zwar sowohl im Stadtbezirk selbst, wie auch in der im Wassergewinnungsgebiet gelegenen Gemeinde Hiltrup. Der tägliche Wasserverbrauch, der im Jahre 1880 bei 676 Abnehmern durchschnittlich 2500 cbm betrug, beläuft sich heute bei rund 6000 Abnehmern im Durchschnitt auf 8000—12000 cbm. Dieser Wasserbedarf wird aus zwei durch den Dortmund-Ems-Kanal getrennten Ent-

nahmegebieten gedeckt und zwar aus dem älteren, südlich der Stadt belegenen Gebiet, dem sog. Geistbecken, mit Pumpstationen (von Norden nach Süden aufgezählt): No. I, IV, III, II und VI und aus der neuen in der Hohen Ward belegenen Anlage mit Pumpstation V (s. Abb. S. 214). — Ein gußeisernes Hauptdruckrohr von 500 mm. l. W. führt von der Pumpstation V zur Stadt, die übrigen Pumpstationen sind an dieses Rohr angeschlossen, sowie an ein älteres von Pumpstation II gleichfalls nach der Stadt führendes Druckrohr von 300 mm. l. W. — Im Stadtgebiet liegen zwei Wassertürme, von denen jeweils nur einer im Betrieb sich befindet, der ältere Buddenturm, im Jahre 1879 vom Militärfiskus zum Preise von 3620 Mark erworben und durch Aufbau eines 500 cbm. fassenden Behälters den Wasserwerkszwecken nutzbar gemacht, und ein neuer im Mai 1903 in Benutzung genommener Wasserturm auf der Geist (s. Abb. S. 216) mit einem Ingebehälter von 2500 cbm. Fassungsvermögen.

Die beiden Entnahmegebiete sind Teile einer diluvialen, etwa von Sendenhorst bis in die Gegend von Bentheim gehenden Endmoräne, die also von erheblicher Länge ist (ca. 80 km) und aus der außer den Pumpwerken der Stadt Münster auch die Wasserwerke von Ahlen im Süden und von Borghorst, Burgsteinfurt, Rheine, Neuenkirchen und Ochtrup im Norden ihr Wasser entnehmen.

Das ältere Wasserentnahmegebiet (Geistbecken) ist begrenzt von der die Stadt durchfließenden Aa und dem Dortmund-Emskanal südlich von Hiltrup, die neue Wassergewinnungsanlage (Hohe Ward) vom Emmerbach und von der Werse (s. beiliegende Tafeln). Die Untergrundverhältnisse sind in beiden Entnahmegebieten im großen und ganzen vollkommen gleichartig; es finden sich von oben nach unten zuerst gelbe, dann graufarbige Sande bzw. Kiese, wobei die Korngrößen im allgemeinen nach unten zunehmen. Die Wasserfassungsanlage in der Hohen Ward liegt innerhalb eines Waldgebietes, die Pumpwerke II, III, IV und VI auf der Geist sind von Ackerländereien umgeben, während das Pumpwerk I, von Gebäuden rings umgeben, in der Stadt selbst liegt.

Das Pumpwerk I, am 1. Juli 1880 in Betrieb genommen, wird in Kürze geschlossen werden, da infolge der ungünstigen Lage seiner drei Kesselbrunnen mitten im bebauten Stadtteil die Gefahr des Eindringens von Krankheitskeimen in dieselben und damit in das Leitungswasser der Stadt nicht ausgeschlossen erscheint. Es ist geplant, die Brunnen alsdann für die Wasserversorgung der städtischen Badeanstalt in Anspruch zu nehmen.

Während das Pumpwerk I mit zwei Dampfpumpen von je 30 Sekundenliter ausgerüstet ist, haben die sämtlichen übrigen Pumpwerke, teilweise in Abänderung der nunmehr als Reserve benutzten älteren Antriebe (Generatorgas bzw. Dampf) nunmehr durchweg elektrischen Antrieb erhalten, indem dieselben durch ein 9 km langes Drehstromhochspannungskabel von 5000 Volt mit der städtischen Elektrizitätszentrale am Stadthafen verbunden wurden.

Die Pumpwerke II (in Betrieb gesetzt 1888) und III (in Betrieb gesetzt 1890) fördern das Wasser aus je einem Kesselbrunnen, deren Ergiebigkeit z. Zt. durch Einsetzen einer Anzahl Thiemscher Rohrbrunnen vergrößert wird. Die durchschnittliche Förderleistung beträgt je 30 Sekundenliter.

Das Pumpwerk IV (in Betrieb gesetzt Juli 1899) schöpft aus einem Rohrbrunnen von 600 mm Durchmesser. Die Leistung des Werkes ist auf 60 Sekunden-

liter vorgesehen, wird aber infolge des erheblichen Tiefstandes des Grundwasserspiegels nicht mehr erreicht. Verbesserungsmaßnahmen sind auch hier in Vorbereitung.

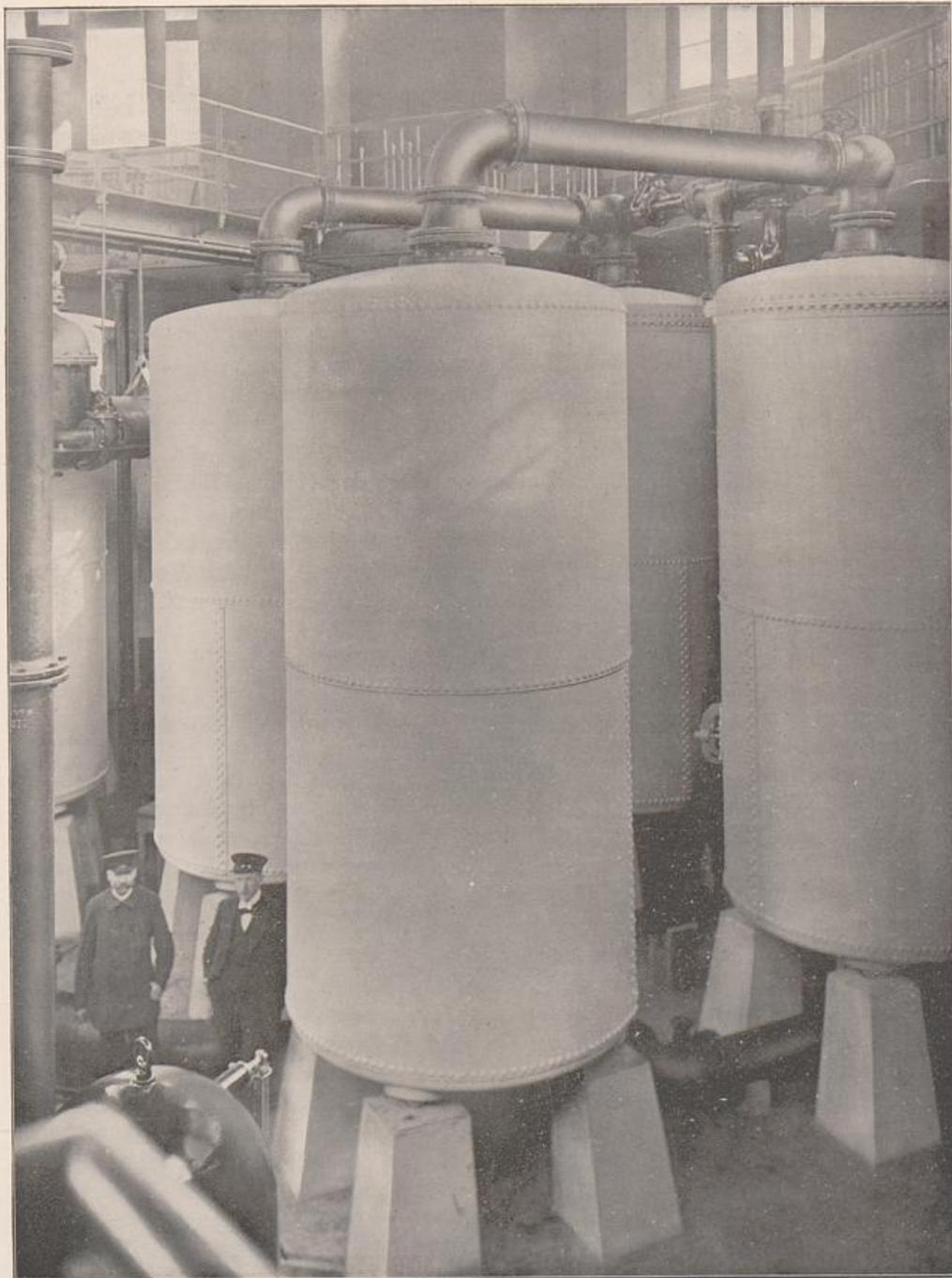
Das Pumpwerk V auf der Hohen Ward (in Betrieb gesetzt Juli 1906) fördert das Wasser aus einem in der Mitte des Maschinenhauses angelegten Sammelbrunnen (s. beiliegende Tafel), in welchen zwei Heberleitungen von 500 mm größtem Durchmesser mit einer Steigung von 1 : 1000 nach dem Pumpwerk hin münden (s. beiliegende Tafeln). An die westliche Heberleitung sind in Abständen von ca. 40 m bis jetzt 20 Thiemsche Rohrbrunnen von 250 mm Durchmesser angeschlossen, an die östliche Heberleitung, welche erst im März ds. Js. in Betrieb genommen wurde, in Abständen von gleichfalls durchschnittlich 40 m bis jetzt 30 Thiemsche Rohrbrunnen. Im Maschinenhaus sind drei mit Drehstrommotoren direkt gekuppelte Pumpen aufgestellt, von denen jede 80 Sekundenliter zu fördern vermag. Seit März 1911 ist außerdem in dem Maschinenhaus eine Enteisungsanlage von 300 cbm Stundenleistung untergebracht, deren Einrichtung durch folgenden, allgemeineres Interesse bietenden Umstand bedingt wurde:

Die Wasserbeschaffenheit im Entnahmegebiet der Hohen Ward ebenso wie in demjenigen des Geistbeckens, mit Ausnahme vielleicht des Pumpwerks I, hatte bis zum Jahre 1909 keinerlei Veranlassung zu Beanstandungen gegeben. Da zeigten sich im Frühjahr dieses Jahres Trübungen im Leitungswasser der Stadt. Genauere Feststellungen ergaben das Vorhandensein von Eisenverbindungen und freier Kohlensäure im Wasser des Entnahmegebietes der Hohen Ward, veranlaßt durch die bedeutende Absenkung des Grundwasserspiegels speziell im Bereich der bis dahin nur aus den 20 westlich gelegenen Brunnen bestehenden Fassungsanlage. Durch die Absenkung wurden die oberen Bodenschichten mehr oder weniger weitgehend trocken gelegt und Zersetzungs Vorgänge hervorgerufen.

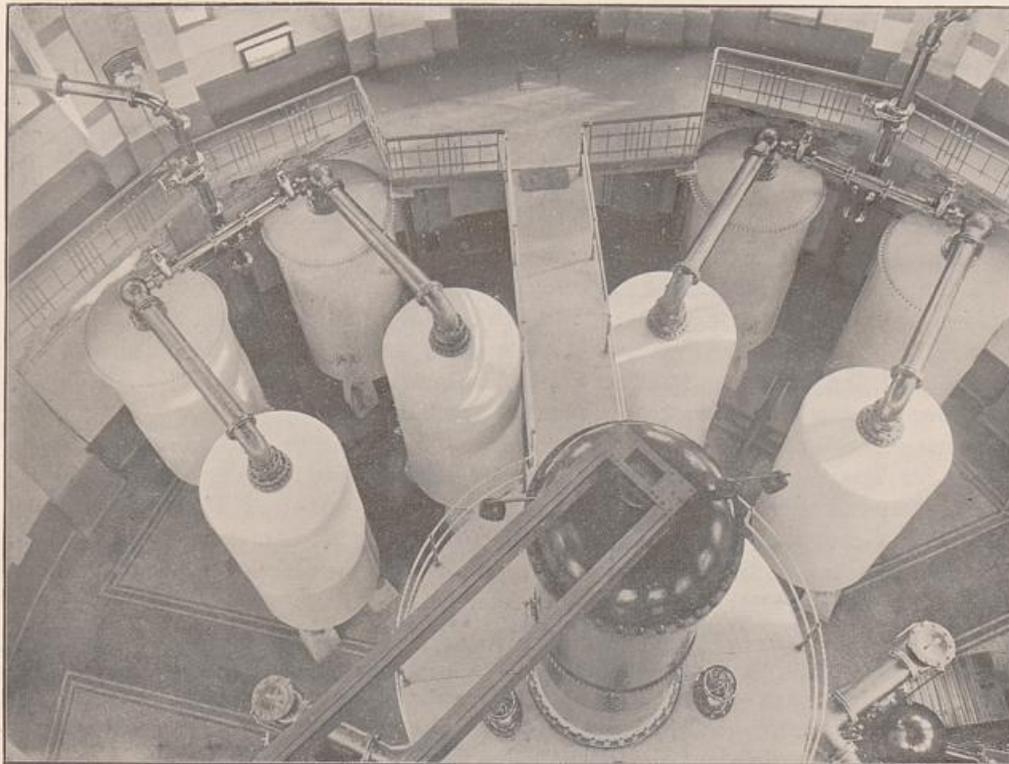
In einzelnen der zur Fassungsanlage gehörenden Brunnen konnten Eisenverbindungen bis zu 30 mg für 1 Liter festgestellt werden, während einzelne Brunnen nur wenige mg führten. Das Mischwasser wies dementsprechend immerhin einen namhaften Eisengehalt auf, der zum Teil in dem umfangreichen Rohrnetz der Stadt zur Ausscheidung und Ablagerung gelangte. Bei den in dem Rohrnetz auftretenden schnelleren Wasserbewegungen, wie solche bei Betätigung der Hydranten oder ähnlichen Veranlassungen hervorgerufen wurden, wurden die Eisenablagerungen aufgewühlt und traten in unangenehmster Weise an den Entnahmestellen in Erscheinung.

Die hierüber immer zahlreicher auftretenden Klagen der Wasserabnehmer gaben Veranlassung, auf schnellstmögliche Abstellung der Grundursache bedacht zu sein. Gleichzeitig wurde auch dem Gehalt des Wassers an freier Kohlensäure besondere Aufmerksamkeit geschenkt und beschlossen, zunächst Versuche im Kleinen anzustellen, die dahin abzielten, die rationellste Methode sowohl zur Entsäuerung als auch Enteisung des Wassers zu finden.

Die naheliegendste Lösung konnte darin gesehen werden, daß eine entsprechend umfangreiche offene Rieselungsanlage mit nachgeschalteten Filtern geschaffen wurde, die nach einer ziemlich verbreiteten Ansicht der Fachleute sowohl den Eisengehalt als auch den Gehalt an freier Kohlensäure hätte beseitigen müssen. — Diesem



Enteisungsanlage des Pumpwerks Hohe Ward.



Enteisungsanlage des Pumpwerks Hohe Ward (von oben gesehen).

Projekt standen jedoch insofern Bedenken entgegen, als die Durchführung desselben wegen des großen Umfanges einer derartigen Anlage erhebliche Kosten verursacht hätte. Ferner hatte sich ergeben, daß die Annahme, daß eine offene Rieselanlage in jedem Fall jedes Wasser durch die in ihr erfolgende Belüftung zu entsäuern imstande sei, nicht in dieser Allgemeinheit Geltung haben konnte, da Fälle bekannt wurden, die das Gegenteil darlegten. Es ließ sich daher die absolute Gewähr für einen dahingehenden Erfolg nicht übernehmen.

Die oben erwähnten Versuche, die hierauf angestellt wurden, erfolgten in einem kleinen geschlossenen Enteisungsapparat mit einem nachgeschalteten Vacuumbehälter. Das Ergebnis dieser Versuche war sehr interessant und lehrreich. Dieselben ergaben zunächst hinsichtlich der Entfernung der freien Kohlensäure, daß sich dieselbe unter einem absoluten Vacuum erst dann rationell, d. h. bis auf einen geringen Rest ausscheiden ließ, wenn dem zu enteisenenden Wasser gleichzeitig Waschlufft zugeführt wurde. Die Menge dieser Waschlufft wurde zu 300 Volumprozent der zu entsäuernenden Wassermenge festgestellt. Auf diese Weise war es möglich, die in dem Rohwasser enthaltenen ca. 18 mg freie Kohlensäure auf einen Rest von 3—4 mg auszuschneiden.

Es lag auf der Hand, daß dieses Verfahren für die praktische Durchführung nicht in Frage kommen konnte, da nicht nur die Anlagekosten, sondern insbesondere

die Betriebskosten mit Rücksicht auf die enorme Menge an Waschlufte zu hohe werden mußten.

Es wurde in den Versuchen ferner ermittelt, daß auch eine rationelle Entsäuerung auf geschlossenem Wege durch mit Marmor gefüllte Behälter nicht zu erzielen war, jedenfalls nicht bei Geschwindigkeiten, die eine praktisch durchführbare Dimensionierung der Anlage ergeben hätte. Selbst bei einem 24stündigen Aufenthalt des Wassers in dem geschlossenen Marmorfilter konnte eine Abnahme der freien Kohlensäure nur zu ca. 33 $\frac{1}{3}$ Proz. beobachtet werden. Diese Art der Entsäuerung konnte daher gleichfalls nicht in Frage kommen.

Die Enteisungsversuche mit dem Wasser zeigten, daß der Eisengehalt schwer oxydierbar war und konnte durch die Versuche einwandfrei festgestellt werden, daß die Zuführung einer mehr oder weniger großen Luftmenge ohne jeden Einfluß auf den Enteisungseffekt war. Von mehr ausschlaggebender Bedeutung war dagegen das Kontaktmaterial und die Kontaktzeit.

Es gelang schließlich mit dem von der Firma Battige & Schöneich, Gesellschaft für Wasser- und Abwasserreinigung in Berlin, gestellten Versuchs-Enteisener durch entsprechende Qualität und Anordnung des Kontakt- und Filtermaterials bei rationellen Geschwindigkeiten eine vollkommen befriedigende Enteisung zu erzielen. Das Produkt war vollständig klar und zeigte das Reinwasser durchweg nur noch unter 0,1 mg für 1 Liter liegende Spuren von Eisen.

Infolgedessen wurde die genannte Firma mit der Errichtung einer geschlossenen Enteisungsanlage von 300 cbm Stundenleistung beauftragt, für deren entsprechend sachgemäße Funktion genannte Firma die Gewähr übernommen hatte.

Die seit Inbetriebnahme der Anlage gewonnenen Betriebsergebnisse können als in jeder Hinsicht zufriedenstellend und den Erwartungen entsprechende bezeichnet werden. Das Produkt der Anlage wurde von verschiedenen Prüfungsanstalten mehrfach untersucht, und fielen diese Prüfungen übereinstimmend dahin aus, daß in dem Reinwasser nur noch Spuren von Eisen feststellbar waren, die im allgemeinen unter 0.1 mg für 1 Liter liegen.

Mit Errichtung der Enteisungsanlage verschwanden auch sämtliche bisher aufgetretene Klagen über die Beschaffenheit des Wassers seitens der Wasserabnehmer. Die fortwährend im Betrieb vorgenommenen Wasserbeobachtungen zeigen, daß das Reinwasser ein sich stets gleichbleibendes kristallklares Produkt bildet, das selbst bei monatelangem Stehen weder Trübungen noch irgendwelche Niederschläge aufweist.

Die bis jetzt noch ungelöste Frage der rationellsten Entsäuerung des Wassers wird nach wie vor mit besonderem Interesse verfolgt. Bemerkenswert ist es, daß das vor kurzem durch die neue östliche Brunnenreihe erbohrte Wasser hinsichtlich seines Gehaltes an freier Kohlensäure bislang eine erheblich günstigere Beschaffenheit zeigt. Es sind in demselben durchweg nur 4—5 mg CO₂ für 1 Liter enthalten, eine Menge, die fast in allen Brunnenwassern vorhanden ist und die nicht nur als völlig unschädlich, sondern für die Genußfähigkeit und den Geschmack des Wassers sogar als vorteilhaft angesehen werden kann.

Die Notwendigkeit, für das während der Störungen und deren Beseitigung zeitweise stillgelegte Pumpwerk V Ersatz zu haben, führte im Herbst 1910 zu der Anlage des Pumpwerks VI im südlichen Teil des Geistbeckens in der Nähe des Dorfes

Hiltrup. Dieses Pumpwerk, welches durch eine elektrisch betriebene Centrifugal-Hochdruck-Pumpe von 50 Sekundenliterleistung das Wasser aus acht an einer gemeinsamen Ringsaugleitung angeschlossenen Rohrbrunnen fördert, ist lediglich als ein Provisorium zu betrachten, das späterhin wieder aufgehoben werden wird.

Das von den Pumpwerken nach der Stadt geförderte Wasser wird innerhalb der Stadt durch ein Rohrnetz von ca. 100 km. Gesamtlänge den Verbrauchsstellen zugeführt. Der Wasserverbrauch bei den Abnehmern wird durch Wassermesser festgestellt.

Der tägliche Höchstbedarf an Wasser beträgt etwa 16 000 cbm.; der Jahresbedarf etwa 4 000 000 cbm. Der höchste Tagesbedarf berechnet sich daher auf den Kopf der Bevölkerung zu 170 Liter, der Jahresbedarf zu 42 500 Liter.

Der Leitungsdruck beträgt im Durchschnitt 30–35 m. Er genügt für die Versorgung des ganzen Stadtgebietes und insbesondere auch für Feuerlöschzwecke, da bei der Bekämpfung eines größeren Brandes jeweils mechanisch betriebene Feuerspritzen in Anwendung kommen.

Die Gesamtkosten der städtischen Wasserwerksanlage nebst Verteilungsnetz und Hochbehälter beliefen sich insgesamt auf rund 2 400 000 Mark.



II. Zusammensetzung und Beschaffenheit des Leitungswassers der Stadt Münster.

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

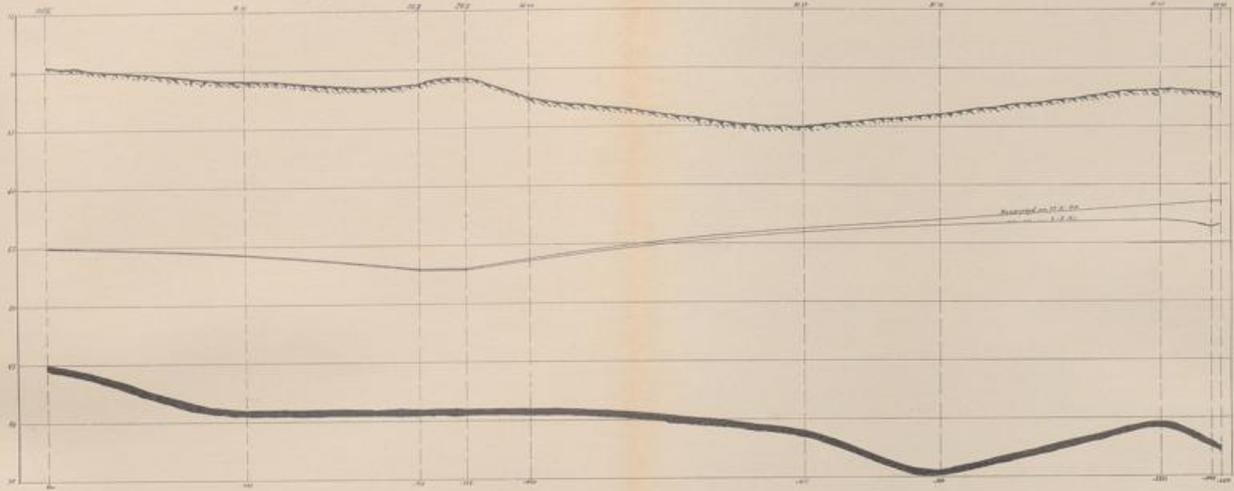
Nach Errichtung der Landwirtschaftlichen Versuchsstation 1871 wurden fortgesetzt chemische Untersuchungen über die Brunnenwässer der Stadt Münster ausgeführt. Das Ergebnis war, entgegen den früheren Annahmen, in den meisten Fällen kein erfreuliches. Aus den Untersuchungen von mehreren hundert Brunnen 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	Salpetrige 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.

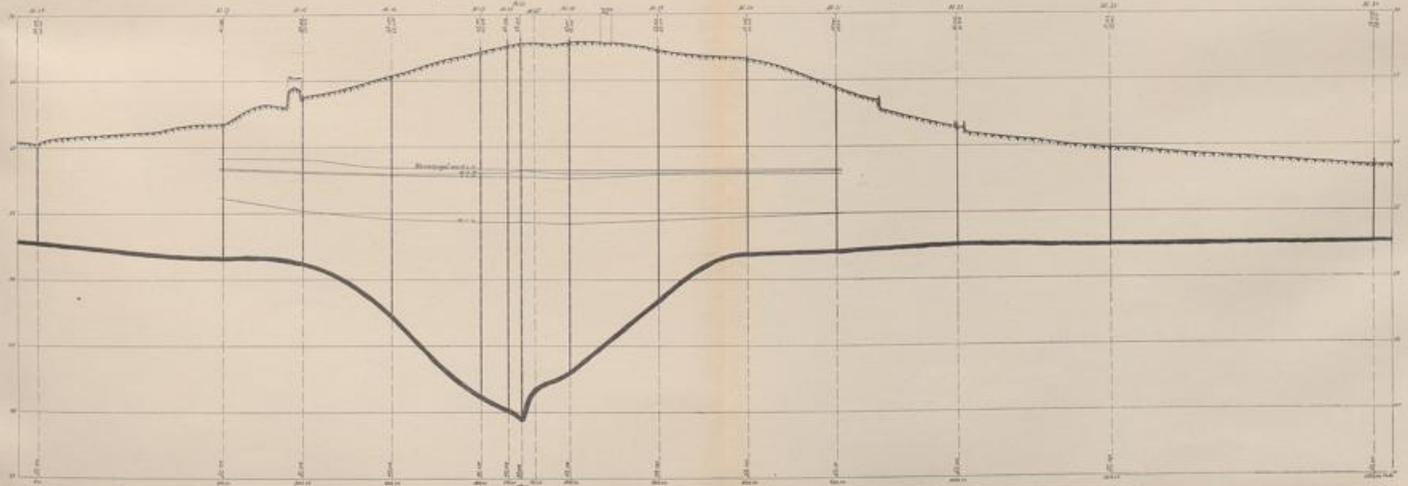
Höhenmaßstab 1 : 100.

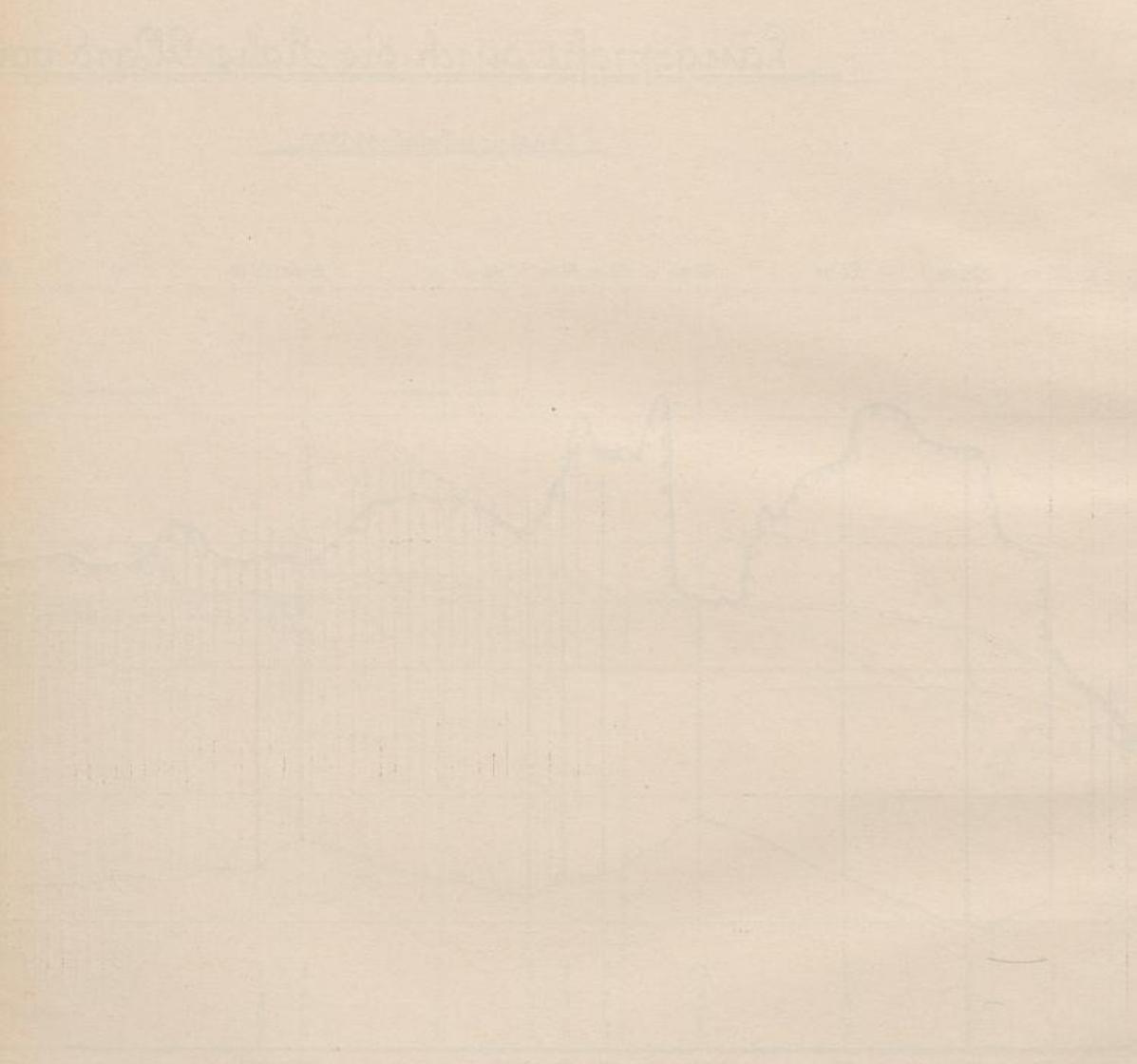


Längenmaßstab 1 : 1500.

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

Höhenmaßstab 1 : 100.



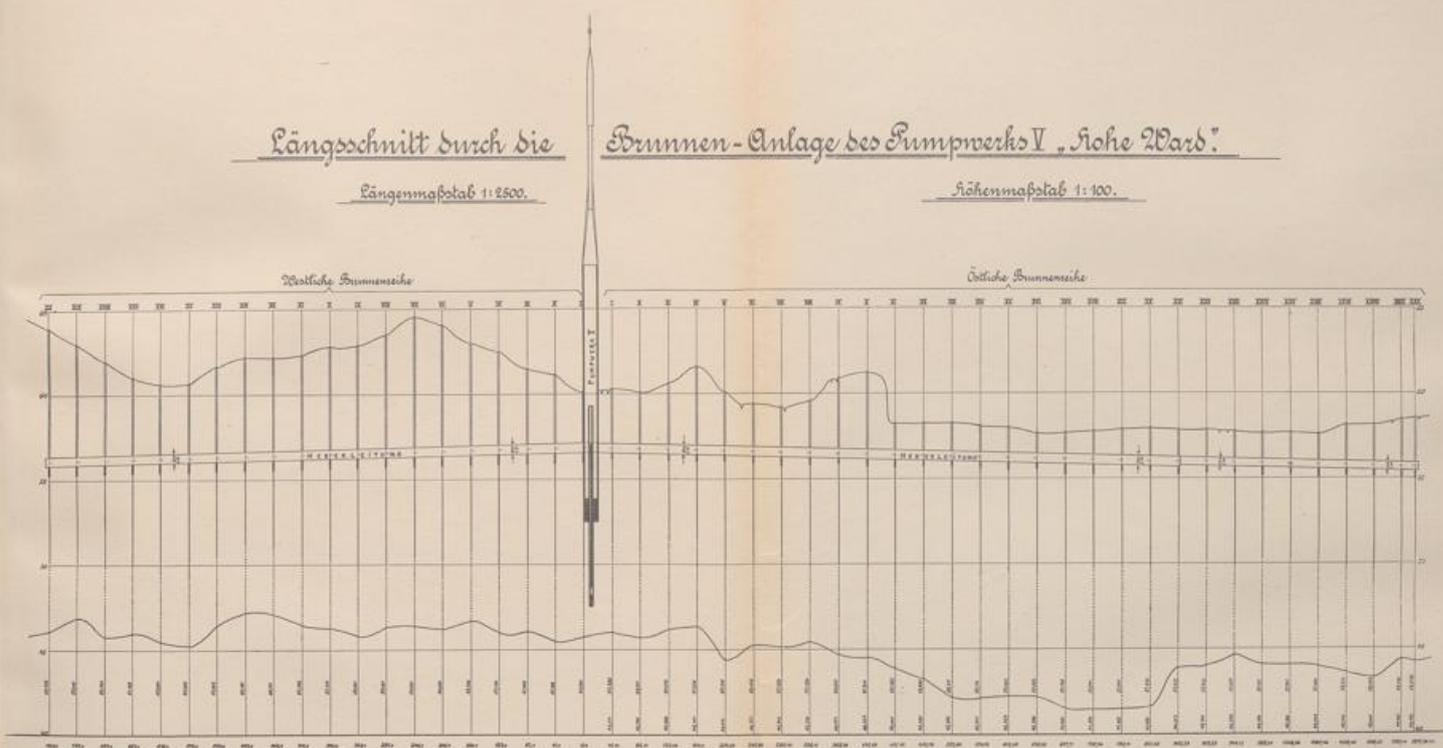


Längsschnitt durch die

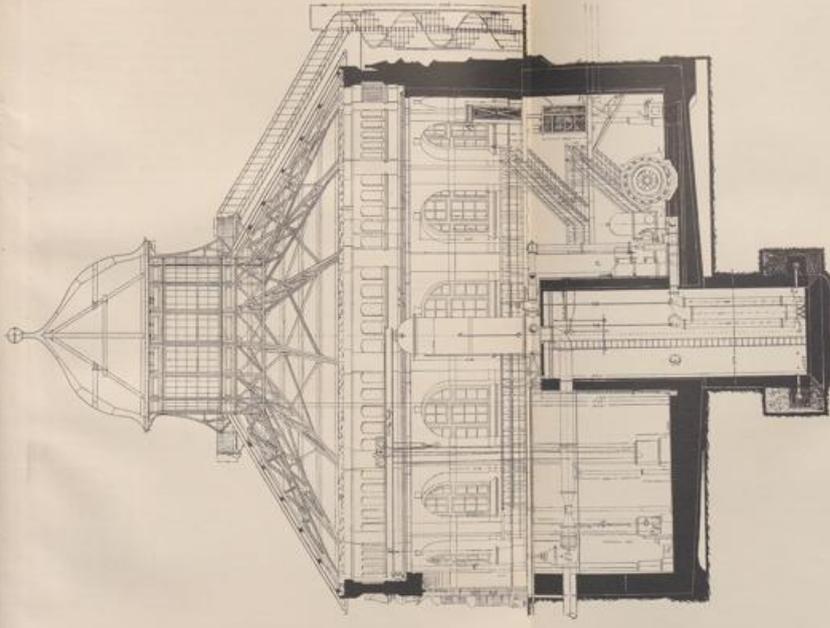
Brunnen-Anlage des Pumpwerks V „Hohe Ward“.

Längenmaßstab 1:2500.

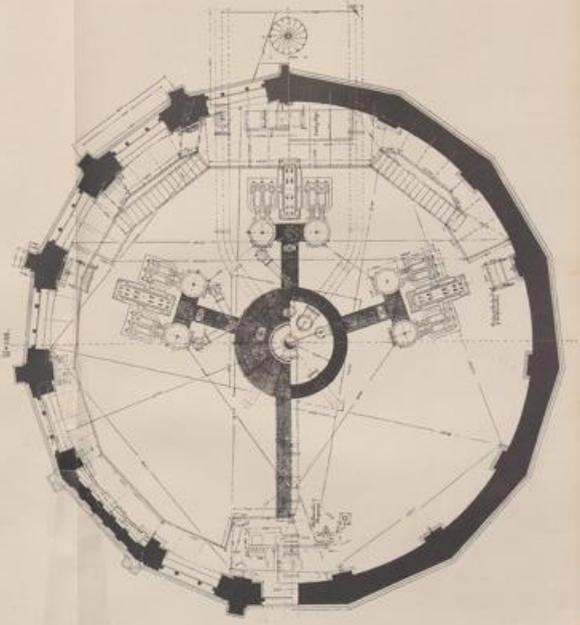
Höhenmaßstab 1:100.

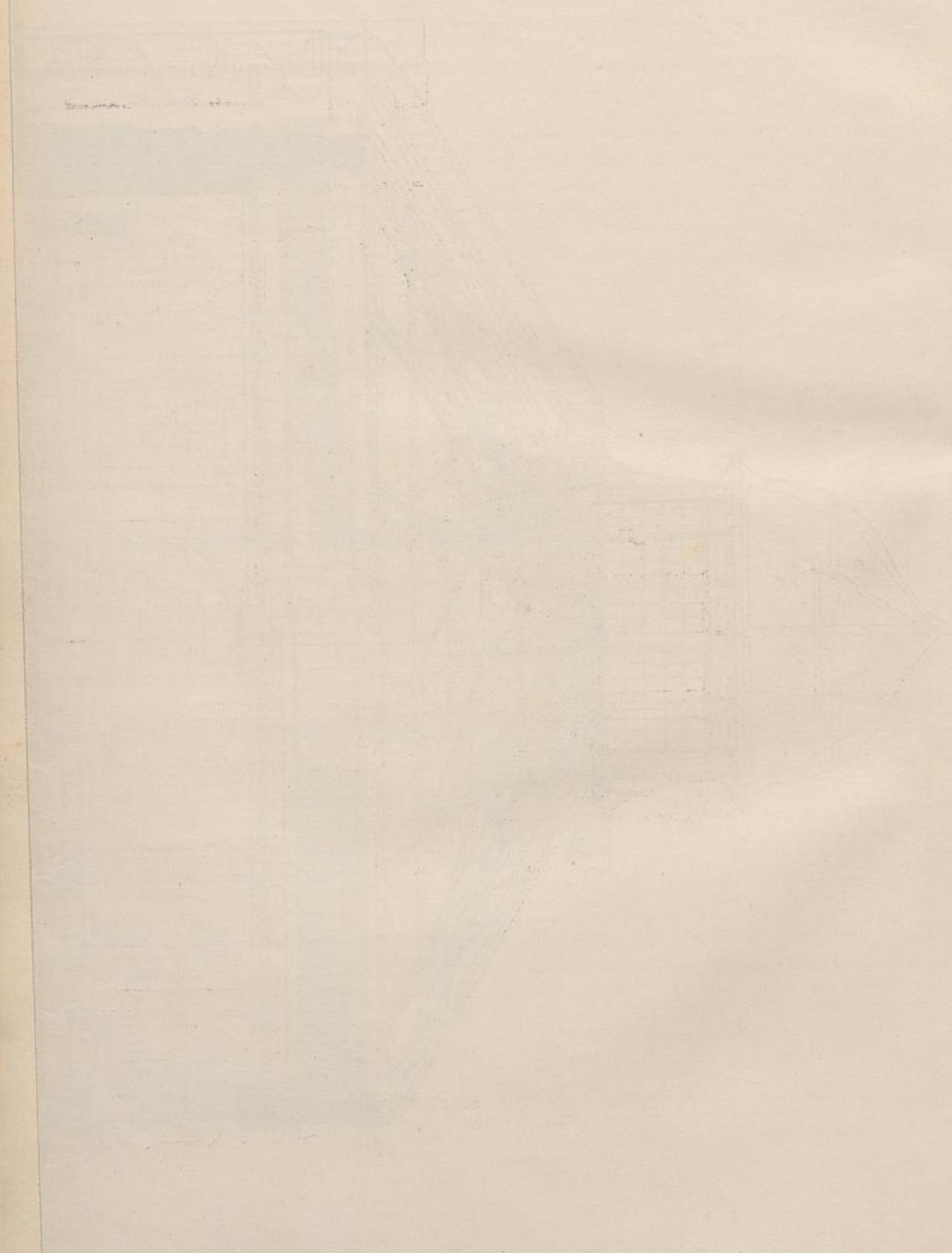


VERLAG VON H. W. B. 1871



REVIZIJA-ZEICHENUNG
PUMPFABRIK VON 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	Abdampf-rückstand	Kalk	Magnesia	Eisen-oxydul	Kali	Natron	Schwefel-säure	Chlor	Salpeter-säure	Sauerstoff-verbrauch		Härtegrad
			mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	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 ⁰	24
	25. Jan. 1909		0	535.0	195.0	18.9	0	—	—	69.5	39.0	28.7	3.7	22.1 ⁰	—
	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 ⁰	5.1 mg O 0.06 mg Mn 227.3 mg CO ₂ (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 — —	
	26. Sept. 1893	0	170.0	55.0	4.6	—	—	—	23.8	7.0	25.0	3.6	6.1 ^o		
	20. April 1907	0	264.0	80.0	15.3	1.0	—	—	60.9	19.5	20.2	1.5	10.0		
III.	14. Febr. 1912 ¹⁾	8.0	606.0	192.5	27.2	0.5	7.1	24.8	217.0	26.6	45.3	1.9	23.0 ^o	2.3 mg O 0.47 mg Mn 120.7 mg CO ₂ (Gesamt —) 2.2 mg O 0.47 mg Mn 131.7 mg CO ₂ 2.2 mg O 0.03 mg Mn 111.7 mg CO ₂ 2.4 mg O 0.13 mg Mn 144.2 mg CO ₂	
	25. Jan. 1909	0	296.0	nicht be- stimmt	11.7	0.24	—	—	72.1	24.8	25.2	1.8	nicht be- stimmt		
	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 ^o		
	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 ^o		
	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 ^o		
IV.	25. Jan. 1909	0	322.0	102.5	21.6	0.25	—	—	81.5	24.6	16.8	1.1	13.3 ^o	3.6 mg O 0 mg Mn 105.8 mg CO ₂ (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 ^o		
Alte Brunnenreihe															
V.	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 ^o	0.11 mg O 65.9 „ CO ₂ 1.3 mg O 0.13 „ Mn 62.7 „ CO ₂	
	20. Aug. 1904	0	134.8	37.5	1.8	0	—	—	12.9	14.2	6.0	1.8	4.1 ^o		
	25. Jan. 1909	0	364.0	125.0	18.0	0.89	—	—	84.0	17.7	4.9	2.0	15.0 ^o		
	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 ^o		
	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 ^o		
	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 ^o		
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 ^o	0.02 mg O 54.0 „ CO ₂ 1.12 mg O 0.12 „ Mn 72.1 „ CO ₂	
	22. April 1912	15.2	206.0	67.5	2.7	6.2 ³⁾	4.1	22.6	50.7	10.6	10.8	2.1	7.1 ^o		
Reinwasser															
VI.	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 ^o	2.3 mg O 0.02 „ Mn 122.9 „ CO ₂ 2.13 mg O 0.14 „ Mn 120.7 „ CO ₂ (Gesamt —)	
	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 ^o		
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 ^o	2.3 mg O 0.02 „ Mn 122.9 „ CO ₂ 2.13 mg O 0.14 „ Mn 120.7 „ CO ₂ (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 ^o		
Gesamt-Leitungswasser in der Stadt.															
Versuchsstation															
VI.	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 ^o	— 84.9 mg CO ₂ (Gesamt —) 3.3 mg O 0.06 mg Mn 111.4 mg CO ₂	
	13. Mai 1907	0	204.0	65.0	6.3	—	—	—	45.5	15.9	14.0	1.3	7.4 ^o		
	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 ^o		

¹⁾ Die außerordentliche Zunahme an Salzen hat dieses Mal seinen Grund darin, daß der Brunnen bis fast zur Erschöpfung leer gepumpt wurde. — ²⁾ 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 2×24 stündiger Züchtung bei 22° C. stets unter 50 Keime aus (Lupenzählung), meist unter 20; auf Agar nach Züchtung bei 37° 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 ^o —39,0 ^o	25,8 ^o —39,0 ^o	9,4 ^o —32,9 ^o
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 ^o 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.	18.	19.	19.	22.	18.	16.	18.	19.	20.	21.	22.
		VII.	VIII.	VIII.	VII.	VII.	VIII.	VIII.	VIII.	VIII.	VIII.	VIII.	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 Manganverbindungen¹⁾ 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.

¹⁾ 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.