download unter www.zobodat.at

Ueber die Wasserversorgung Emdens.

Vortrag, gehalten in der Naturforschenden Gesellschaft zu Emden
von Konsul B. Brons jun.

II.

Ich habe in meinem vorjährigen Vortrage die allgemeinen Verhältnisse klar zu legen gesucht, die bei einer künstlichen Wasserversorgung Emdens in Betracht kommen. Es ist meine Absicht, Ihnen heute Einzelheiten mitzuteilen über die Wasserversorgungsanlage der Stadt Groningen, die ich diesen Sommer besuchte, und über die von Geestemünde, welche gerade gebaut ist. Erstere benutzt Oberflächenwasser, letztere führt auf der Geest erschlossenes Grundwasser heran. Beide Städte liegen ja ähnlich wie Emden und hatten sich aus denselben unbefriedigenden Verhältnissen herauszuarbeiten, die bei uns noch herrschen. Geestemünde hatte schon eine ältere Wasserleitung, deren Wasser jedoch nicht befriedigte, und baute nun obige zweite. Auch dieser Vorgang ist lehrreich für uns. Ich komme darauf zurück.

Bereits in 1873/74 hatte die „Vereeniging tot bevordering der Volksgezondheid te Groningen", die Mangelhaftigkeit des durch die Brunnen und Bakken der Stadt gelieferten Wassers erkennend, ausführliche Erörterungen darüber angestellt, wie und woher sich gutes Trink- und Nutzwasser der Stadt in ausreichender Menge zuführen liesse. Man überzeugte sich damals davon, dass von dem Wasser der zahlreichen nahen Schifffahrtskanäle nichts brauchbar sei wegen zu grosser Verunreinigungen. Die einzigen Stellen, die brauchbares Wasser zu bieten schienen, waren zwei Binnenseen, das Zuidlaarder und das Leekster Meer, und ein fliessendes Wasser, die Drentsche Aa. Den Boden beider Seen bildet Torfgrund, und ihre Zuflüsse kommen sämtlich aus Mooren. Ihr Wasser ist bei einem üppigen Pflanzenwuchse in ihnen reich an organischen Bestandteilen. In letzterem Punkte gleicht es also dem Wasser unseres Grossen und Kleinen Meeres, wogegen dieses seine Zuflüsse nicht, wie jene, aus Mooren empfängt. Wegen der grossen Menge organischer Substanzen wurden die Wässer des Zuidlaarder und Leekster Meeres untauglich befunden.

Die Drentsche Aa wird durch den Zusammenfluss zweier Gewässer, welche im Diluvium entspringen, gebildet, sie ergiesst sich unterhalb

download unter www.zobodat.at

Glimmen in den Noord Willems Kanaal. Ihr Wasser erwies sich als beinahe ganz hell, geruchlos und von Geschmack Regenwasser ähnlicher als Brunnenwasser. Aus dem ausgehängten Vergleiche (Tafel I.) seiner Analyse mit der unseres Grossen Meeres ersehen Sie, dass letzteres mit Beziehung auf Schwefelsäure, Salpetersäure und salpeterige Säuren ebensogute chemische Resultate ausweist und an Weichheit — ein wichtiges Moment — dem Wasser der Drentschen Aa erheblich überlegen ist; es ist absolut weich. Der höhere Chlorgehalt und der grössere Bestand an organischer Substanz stellen unser Meerwasser zurück. Indessen erfuhr ich diesen Sommer von dem Bewohner des Meerhauses am Kleinen Meere, dass das Wasser dieses tieferen Sees besser sei, als das des Grossen Meeres, und dass es wiederum an einer Seite erheblich besser sei, als an der anderen. Vielleicht entspringen dem sandigen Grunde hier Quellen. Ich komme darauf zurück. Auf Grund der obigen Untersuchungen nun wurde das Wasser der Drentschen Aa seitens obiger Gesellschaft als nach allen Richtungen hin gutes Trinkwasser bezeichnet. Es hatte freilich eine wechselnd starke, namentlich im Frühling nachhaltiger auftretende gelbliche Färbung. Diese rührte her einesteils von in ihm freischwebendem Eisenoxyd, andernteils von in gleicher Weise darin befindlichen torfigen organischen Bestandteilen. Die stärkere Färbung im Frühling hatte ihre Ursache darin, dass dann die im Winter auf überschwemmten torfgrundigen Wiesen gestanden habenden Gewässer in die Drentsche Aa zurückfliessen. Das Eisenoxyd war mit Sandfiltern sicher zu entfernen, mehr Schwierigkeiten bereitete die Torffärbung, der mit diesen Filtern nicht beizukommen ist. Wenn eine solche leichte Torffärbung auch völlig unschädlich ist und dem Geschmacke des Wassers keinen Eintrag thut, so wollte man doch auf alle Fälle ein auch dem Auge angenehmes, also völlig klares Wasser haben. Der Erbauer des Wasserwerkes, Baurat Salbach in Dresden, gab das richtige Mittel dazu an die Hand. Es besteht aus einem kleinen Zusatze von Alaun, etwa $^1/_{8000}$ Gewichtsteil. Die Alaunlösung muss dem Wasser so zugesetzt werden, dass sie sich gleich von vornherein ganz gleichmässig darin verteilt. Das Wasser hat das Bestreben, den Alaun zu zersetzen, die Thonerde des Alauns als Thonerdehydrat auszuscheiden. Dies Hydrat fängt begierig alle Farbenteilchen des Wassers auf, wirkt also ähnlich wie die Knochenkohle, und fällt mit ihnen als braungefärbte Flocken zu Boden, die wie das Eisenhydrat im Sandfilter zurückbleiben. Die aus der Zersetzung des Alauns im Wasser verbleibenden ganz unschädlichen neutralen schwefelsauren Verbindungen ergeben freilich eine kleine Vermehrung des Verdampfungsrückstandes und der Härte, beides jedoch in so geringem Maasse, dass

download unter www.zobodat.at

die Qualität des Wassers als Trinkwasser und Gebrauchswasser dadurch unberührt bleibt. Die Professoren der Universität Groningen Huizenga und van Calcar billigten das vorgeschlagene Verfahren als vollständig zweckentsprechend.

Es wurde nun noch festgestellt, dass bis zu dem für die Wasserentnahme in Aussicht genommenen Orte „de Punt", reichlich 9 km von Groningen, Seewasser nicht hindringe, dass die Durchflussmenge des Wassers daselbst so gross sei, dass das für die Wasserleitung nötige dagegen fast verschwinde, dass der Wasserspiegel im Mittel 1 m über 0 des A. P. liege und in wasserarmen Zeiten nicht tiefer als $^1/_2$ m unter 0 des A. P. falle.

Eine Anzahl kapitalkräftiger Bürger trat darnach 1879 zum Bau des Wasserwerkes zusammen, und es bildete sich eine Aktiengesellschaft unter der Firma „Naamloze Vennootschap de Groninger Waterleiding" zur Uebernahme und zum weiteren Betriebe des fertiggestellten Werkes. Die Friedrich Wilhelms-Hütte in Mülheim a. d. R. lieferte sämtliche Röhren, Maschinen u. s. w. Der Ingenieur Feistel leitete den Bau unter dem Baurat Salbach in Dresden.

Sie sehen auf den ausgehängten Blättern den Plan der ganzen Anlage sowohl als den Spezialplan der Anlagen bei „de Punt".

Das für die Anlagen erworbene Grundstück an der Aa liegt nach geringen Anschüttungen 4 m über 0 des A. P. und gestattete daher den Erbau von Klär- und Filteranlagen ohne Belästigung durch Grundwasser. Klärteiche wurden neben den Filtern angelegt, weil man zur Schonung der Filter die niederfallenden Flocken der Thonerde vorher sich mechanisch absetzen lassen wollte. Es ergab dies, wie Versuche herausstellten, eine Ersparnis.

Eine 250 mm weite Rohrleitung geht 1 m unter dem Mittelwasserstand in die Aa hinaus und ist vorne mit einem Siebe zur Abhaltnng grober Unreinigkeiten versehen. Durch sie fliesst das Wasser in einen Brunnen bei dem Maschinenhause, der, wasserdicht hergestellt, 5 m tief ist und 3 m im Durchmesser hat. Aus diesem Brunnen entnehmen es die Pumpen der Maschine, und während es in den Pumpen herumwirbelt, führt ihm eine kleine Druckpumpe derselben Maschine in dem Pumpstiefel selbst die Alaunlösung zu, so dass eine innige und gleichmässige Vermischung beider Flüssigkeiten sofort stattfindet. Bei den bekannten Grössen der Stiefel der beiden Pumpen und der ebenfalls bekannten Stärke der Alaunlösung kann man den Alaunzusatz jeden Augenblick nach Belieben regeln; 2 mal am Tage durch den Maschinenwärter an dem Wasser mit einer Alaunlösung von bestimmter Stärke in Flaschen

download unter www.zobodat.at

von weissem Glase angestellte einfache Versuche zeigen ihm, wie viel Alaun er zuzusetzen hat. Die Lösung selbst wird in einem Fasse mittelst Kondensationswasser bereitet. Die Pumpen drücken das so gemischte Wasser in die Klärteiche. Diese, 3 an der Zahl und je 800 cbm fassend, sind aus undurchlässigem Thon mit Ziegelmauerbelag in solcher Höhenlage hergestellt, dass das Wasser aus ihnen selbstthätig auf die vor ihnen liegenden Filter abfliessen kann, ihr Wasserstand soll im Höchstmaasse 1 m, im Mindestmaasse $^1/_2$ m über der Filterfläche liegen. Das auf die Filter abfliessende Wasser wird durch eine Schwimmervorrichtung stets den oberen Wasserschichten der Klärteiche entnommen. Wenn der Wasserstand im Filter 1 m erreicht hat, haben sich die Wasserspiegel im Klärteich und Filter ausgeglichen und von da an arbeiten sich beide ohne besondere Regulierung des Wasserzuflusses gleichmässig ab. Die Oeffnung eines Schiebers genügt, um das Wasser des Klärteichs dem Filter ohne Weiteres zuzuführen.

Die beiden Filter haben je 1200 □m Grundfläche und können per □m 2 cbm Wasser täglich filtrieren. Jedes von ihnen kann also allein die täglich erforderliche Höchstmenge von 2400 cbm liefern. Boden und Seitenwände der Filter bestehen aus einer Lage undurchlässigen Thons von 400 m Stärke und darauf gemauertem Ziegelpflaster aus Klinkern und Trassmörtel. Auf dem Boden in der Mitte ist ein gemauerter Hauptsammelkanal, dem ein astförmiges Netz lose in einander gesteckter Thonröhren das gereinigte Wasser vom ganzen Filterboden zuführt. Die unterste Lage der Füllung, in der die Thonröhren lagern, besteht aus grobem Flusskies, 200 mm stark, darauf liegt eine 300 mm starke Lage gewaschener Muscheln, wie man sie bei uns zum Kalkbrennen gebraucht, und darauf 500 mm mittelfeinen Sandes, über dem das Wasser ungefähr 1 m hoch steht.

Jeder Klärteich füllt sich bei einem Verbrauche von 2400 cbm Wasser in 24 Stunden in 8 Stunden, bleibt ebenso lange behuf Ablagerung der Thonerdeflocken in Ruhe und giebt sein Wasser dann in weiteren 8 Stunden an die Filter ab. Der sich ablagernde Schlamm wird zeitweilig durch eine besondere Entleerungsleitung weggespült. In dieser Leitung ist ein Sammelschacht eingeschaltet, um den Schlamm für landwirtschaftliche oder andere Zwecke aufzufangen. Der Filterkanal führt das reine Wasser in den Reinwasserbrunnen, der ebenfalls wasserdicht gemauert ist und aus dem die Druckpumpen es entnehmen, um es durch eine 9231 m lange Rohrleitung von 250 mm lichter Weite auf den vor Groningen in den Anlagen des Sterrebosch errichteten Wasserturm zu

download unter www.zobodat.at

drücken. Die Oberkante dieser Rohrleitung liegt 1,30 m bis 1,50 m unter dem Maifelde.

Der von Backsteinen gemauerte Wasserturm im Sterrebosch enthält ein eisernes Wassergefäss von 700 cbm Inhalt. Der Wasserspiegel darin liegt 32 m über dem Maifelde und 39 m über 0 des A. P.

Die Hauptleitung vom Wasserturm nach der Stadt hat 300 mm lichten Durchmesser, kreuzt die Eisenbahn als Unterführung und den neuen Kanal mit Doppeldükern von je 200 mm lichter Weite, um bei Beschädigung Betriebsstörungen zu vermeiden, setzt sich fort bis zum Mittelpunkte der Stadt und verzweigt sich dort in 3 Stränge geringeren Durchmessers. Das Stadtrohrnetz hatte 1882 eine Länge von ca. 25,000 m in lichten Weiten von 300 bis 80 mm mit 150 Wasserschiebern und 170 Wasserständern, und ist seitdem vergrössert. Die Entfernung der Wasserständer ist in den wasserärmeren Stadtteilen 80 m, längs der Kanäle 130 bis 150 m. Es sind öffentliche Verkaufsstellen eingerichtet, an denen das Wasser eimerweise abgegeben wird.

Die Anlage ist innerhalb Jahresfrist ausgeführt worden, anstandslos in Betrieb gesetzt und darf als ein mustergültiges Wasserwerk bezeichnet werden. Sie hat in runder Summe Fl. 700,000 oder ℳ 1,180,000 gekostet.

Der Wassertarif der Gesellschaft ist wie folgt:

A. nach Wassermesser per cbm:

Mindestabnahme im Jahre 75 cbm	33 c	(ℳ 0,56)	per cbm,
für jeden cbm mehr	30 c	(„ 0,51),	
200 cbm	25 c	(„ 0,42),	
500 „	22 c	(„ 0,37),	
1000 „	20 c	(„ 6,34),	
5000 „	18 c	(„ 0,30),	

für Wohlfahrtseinrichtungen u. s. w. ohne Mindestzahl 25 c (ℳ 0,42), mit 200 cbm Mindestabnahme 20 c (ℳ 0,34).

B. für gewöhnlichen Hausgebrauch nach Zimmern, wobei die Küche für ein Zimmer gilt und Springbrunnen, Strassen- und Gartenbespritzung nicht mit inbegriffen sind:

für 1 Zimmer pro Jahr	Fl. 7	(ℳ 11,80),	
„ 2 „ „ „	„ 11	(„ 18,50),	
„ 3 „ „ „	„ 15	(„ 25,02),	
„ 4 „ „ „	„ 18	(„ 30,30),	
„ 5 „ „ „	„ 21	(„ 35,30),	
„ 6 „ „ „	„ 24	(„ 40,30),	

und weiter für jedes Zimmer Fl. 2,50 (ℳ 4,20) mehr.

download unter www.zobodat.at

Ausserdem pro Jahr: für eine Badeeinrichtung Fl. 10 (ℳ 16,80), für 1 Wasserkloset Fl. 5 (ℳ 8,40), für 1 Pferd oder 1 Kuh Fl. 5 (ℳ 8,40), für 1 2rädrigen Wagen Fl. 3 (ℳ 5), für 1 4rädrigen Wagen Fl. 5 (ℳ 8,40). Die Bezahlung erfolgt vierteljährlich im Voraus.

Die Kosten des Anschlusses zahlt der Abonnent. Wasservergeudung, -verschenkung oder -verkauf ist streng verboten. Uebertretungen werden mit Geldbussen bis Fl. 100 bestraft.

Aus der Abrechnung ergiebt sich, dass Ende 1890 an Wasserabnehmern vorhanden waren: nach Wassermesser 301, nach Zimmertarif 2282.

Der grösste Wasserverbrauch fand statt im Mai mit durchschnittlich 1424 cbm, der geringste im December mit durchschnittlich 972 cbm pro Tag. Am 24. Mai wurde das meiste Wasser an einem Tage, 2173 cbm, am 12. Januar das wenigste, 504 cbm, verbraucht.

Rechnet man die Familien der Abnehmer durchschnittlich zu 5 Köpfen (was hoch gerechnet sein würde) und nimmt man die Mittelzahl zwischen Abnehmern am 31. December 1889 und 1890 als Durchschnitt für 1890 an, unter Zuschlag von 6 % jedoch, weil das für den öffentlichen Gebrauch genommene Wasser auf die ganze Einwohnerzahl zu verteilen sein würde, von dieser aber noch nur etwa $^1/_3$ angeschlossen ist, so erhält man rund 13,100 Wasserverbrauchs-Köpfe. Diese Zahl ergiebt für den Wasserverbrauch der Bevölkerung als höchste und niedrigste Zahlen pro Tag und Kopf 166 und 38 Liter.

Den Aktionären ist in beiden Jahren (frühere Rechnungen liegen mir nicht vor) 5 % Dividende bei angemessenen Abschreibungen gezahlt. Eine Probe des Groninger Leitungswassers habe ich hier ausgestellt.

Das alte Geestemünder Wasserwerk ist 1883 erbaut worden, versorgte aber wegen unzureichender Menge des Wassers nur einen Teil der Stadt, während ein anderer Teil auf Regenwasserbakken angewiesen war. Geestemünde liegt, wie Ihnen bekannt, unmittelbar hinter dem Weserdeiche, indessen tritt die Geest dort ganz nahe an den Fluss heran. Die Eisenbahnverwaltung fand schon in 2 km Entfernung geeignetes Grundwasser. Sie baute sich vor Jahren an der Wulsdorfer Chaussee etwa 2 km vom Mittelpunkte Geestemündes eine Wassergewinnungsanlage, die aus Brunnen ein durchaus brauchbares Grundwasser lieferte und noch liefert. Dies gab Veranlassung, dass die Gemeinde Geestemünde im Jahre 1883 ein Wasserwerk in der Nähe dieses schon bestehenden anlegte, indem man sich die gewonnenen Erfahrungen als Wegweiser dienen liess. Auf einem ca. 3 hannoversche Morgen grossen Grundstücke wurden, nachdem ein Versuchsbrunnen die Vermutung, dass

download unter www.zobodat.at

gutes Wasser vorhanden sei, bestätigt hatte, 2 Betriebsbrunnen von 5 m Durchmesser bei 7,6 und 7,9 m Tiefe angelegt. Die Sohlen liegen annähernd 3 m unter 0 des Weserpegels. Versuche ergaben, dass diese beiden Brunnen, einschliesslich ihres beim Beginn des Pumpens vorhandenen Inhalts von ca. 90 cbm, im 12stündigen Tagesbetriebe 342 cbm Wasser liefern können. Thatsächlich hat das Wasserwerk zuletzt, unter zeitweiser Zuhülfenahme des Versuchsbrunnens und Ausdehnung der Arbeitszeit bis auf 17 Stunden, bis zu 500 cbm per Tag geliefert.

Von den Ende 1890 in Geestemünde vorhandenen bebauten 964 Grundstücken waren nur 314 mit etwa 7000 Bewohnern an diese Wasserleitung angeschlossen und der Wasserverbrauch der angeschlossenen, einschliesslich alles für öffentliche und industrielle Zwecke verwandten Wassers, war nur gering, etwa 50 Liter per Kopf täglich, während man auf nicht unter 60 Liter rechnen zu dürfen meinte und eine auf 100 Liter per Kopf und Tag berechnete Anlage für wünschenswert hielt.

Der geringere thatsächliche Verbrauch erklärte sich aus der mangelhaften Beschaffenheit des Wassers. Es ist in den Pumpbrunnen zwar meist klar, wird aber bei Berührung mit der Luft trübe und sondert Eisenoxyd ab, das sich als gelber Schlamm ablagert, teilweise schon in dem Rohrsysteme der Leitung. Die fiskalische Anlage in der Nähe liefert dagegen nach wie vor gutes eisenfreies Wasser. Es liegt also bei diesen beiden Wasserwerken im Grossen dieselbe Erscheinung vor, die wir bei unseren Brunnen in Emden beobachten, dass nämlich in unserem aufgeschwemmten Boden oft in ganz geringer Entfernung von einander gutes trinkbares und schlechtes Wasser sich findet.

Da das bestehende Wasserwerk, abgesehen von der schlechten Qualität des Wassers, keine genügende Menge liefern konnte, wenn alle Grundstücke oder nur die meisten sich anschlossen, so musste man sich in beiden Richtungen nach Abhülfe umsehen. Man betraute den Erbauer des Bremerhafener Wasserwerks, Civilingenieur Walter Pfeffer in Halle a. d. S., der auch die Wasserwerke in Minden, Spandau und Merseburg gebaut hatte, mit der Vornahme der Untersuchungen unter Teilnahme städtischer Kommissarien. Es ergab sich, dass die bisherige Wassergewinnungsanlage verlassen werden müsse, weil auf dem betreffenden Grundstücke weder genug noch besseres Wasser als bisher zu erlangen sei.

Es wurde also im Juni 1887 beschlossen, unter Leitung dieses Ingenieurs nach gutem Wasser in genügender Menge in der nahen Geest zu suchen. Diese Vorarbeiten fanden erst im März 1889 ihren Abschluss. Sie bestanden in der Hauptsache aus Bohrungen, die südlich von Geestemünde zunächst in der früheren Gemarkung Geestendorf und dann in

download unter www.zobodat.at

der Gemarkung Wulsdorf stattfanden. Man verteilte dabei die Bohrlöcher so, dass sie sich netzartig über das ganze Gebiet verbreiteten. Die Bohrresultate berechtigten nicht zu der Hoffnung, dass man in den beiden Gemarkungen gutes Wasser in solcher Menge finden könnte, wie nötig war, um die Stadt Geestemünde ausreichend zu versorgen. Man verlegte also die Bohrungen weiter nach Süden auf einen in der Richtung von West nach Ost sich hinziehenden Geestrücken. Man hoffte hier ähnlichen günstigen Erfolg zu haben, wie die Bremerhafener für ihr Wasserwerk auf einem solchen Geestrücken nördlich von Lehe bei Langen gehabt hatten. Diese Hoffnung traf zu; fünf in der Gemarkung Loxstedt niedergebrachte Bohrlöcher lieferten vorzügliches Wasser. Als aber mit der Niederbringung eines Brunnens begonnen werden sollte, um zu prüfen, ob eine genügende Menge vorhanden sei, machte die Gemeinde Loxstedt, deren Zustimmung erforderlich war, solche Schwierigkeiten, dass nach Monate langem Harren die Sache aufgegeben werden musste. Man ging dem vermutlich angetroffenen Grundwasserstrome nach in die angrenzende Gemarkung Loxhövede und traf ihn auch thatsächlich vermittelst drei auf einem an der Landstrasse nach Bremervörde niedergebrachten Bohrlöcher wieder an. Sie lieferten ein Wasser von so ausserordentlicher Reinheit, wie es nach dem Ausspruche des untersuchenden Chemikers selten vorkommt. Man schritt also zur Anlage eines Versuchsbrunnens, der gleich so angelegt wurde, dass er demnächst als Betriebsbrunnen dienen konnte. Er sollte über die zweckmässigste Anlage des Wasserwerkes, namentlich aber über die vorhandene Wassermenge Aufschluss geben. Es wurde daher eine Pumpe eingebaut und vermittelst einer Lokomobile mehrere Wochen lang gepumpt, wobei das Sinken des Wasserspiegels nach Anfang des Pumpens und sein Steigen nach Aufhören desselben nach Zeit und Maass und die geförderte Wassermenge genau notiert wurden. Es ergab sich, dass durchschnittlich 25 cbm Wasser per Stunde gefördert werden konnten, dass der Wasserspiegel sich dabei um 4 m senkte, dass er in der ersten Stunde nach Aufhören des Pumpens bereits 3,20 m wieder gestiegen war, nach 3 Stunden 3,80 m und dass er nach 12 Stunden seinen ersten Stand wieder erreicht hatte. Auf Grund dieser Ermittelungen arbeitete der Ingenieur Pfeffer das Projekt wie folgt aus:

Das Wasserwerk soll für eine künftige Bevölkerung von 20,000 Seelen 100 Liter per Tag und Kopf zu liefern im Stande sein. Man ging bei der Bemessung von 100 Litern von der Voraussetzung aus, dass ein so vorzügliches Wasser voraussichtlich in grösserer Menge begehrt sein würde, als das zur Zeit angelieferte eisenhaltige, und dass

download unter www.zobodat.at

bei der geplanten Kanalisationsanlage ansehnliche Mengen zu deren Spülung erforderlich sein würden.

Die täglich zu liefernde grösste Wassermenge war also 200,000 Liter oder 2000 cbm, die jährliche 73,000 cbm.

16 Brunnen in einer Linie und in 17 m Entfernung von einander liegend sollen diese Wassermenge liefern. Ein in einem begehbaren, gewölbten, 5 m unter dem Maifelde liegenden Stollen sich hinziehendes Heberohr von 261 m Länge verbindet sämtliche 17 Brunnen, die oben abgedeckt sind. Ein Einsteigeschacht verbindet jeden Brunnen mit dem Stollen, so dass man vom Maschinenraume aus durch ihn zu jedem Brunnen gelangen kann. Das durch das Heberohr den Brunnen entnommene Wasser ergiesst sich in einen Sammelbrunnen unter dem Pumpenraume. Da die 17 Brunnen bei täglicher Entnahme der bei dem Versuchsbrunnen ermittelten 25 cbm Wasser per Stunde bei 12stündigem Betriebe 5100 cbm Wasser liefern könnten und nur höchstens 2000 cbm veranschlagt sind, so werden sie nur zu höchstens 40 % ihrer Leistungsfähigkeit in Anspruch genommen werden. Es scheint also auf absehbare Zeit jedem Bedürfnisse genügt werden zu können. Trotzdem ist die Möglichkeit, noch mehr Brunnen anzulegen und anzuschliessen, vorgesehen.

Der Sammelbrunnen, unter dem Pumpenraume oder vielmehr in einem Vorbau desselben gelegen, ist aus Eisen mit Betonsohle hergestellt; die Sohle liegt 3,30 m unter dem 0-Punkte des Wasserpegels.

Zum Betriebe sollen 2 Dampfmaschinen mit je 38 Pferdekraft dienen, und jede soll im Stande sein, in $13^1/_3$ Stunden 2000 cbm Wasser in den Hochbehälter, aus welchem es durch seine eigene Schwere in das Verteilungsnetz abfliesst, zu befördern. In der Regel würde also nur eine Maschine arbeiten und die andere in Reserve stehen.

Für die Bedienungsmannschaft ist ein Doppelwohnhaus angelegt.

Der Hochwasserbehälter steht in der Stadt im südlichen Teile von Alt-Geestendorf. Das Druckrohr bis zu ihm ist 8800 m lang und hat 300 mm lichte Weite. Es läuft zunächst entlang der Landstrasse, kreuzt dann die Bahn und geht vermittelst zweier Düker unter zwei Gewässern durch, um dann wieder einer Landstrasse zu folgen und die Bahn vor dem Hochwasserbehälter nochmals zu kreuzen. Man hat beim Unterführen der Gewässer, wie in Groningen, deshalb stets 2 Düker genommen, um im Falle eines Schadens an einem Düker mittelst des anderen weiter arbeiten zu können.

Der Hochwasserbehälter ist von Eisen und steht auf einem gemauerten Turme; er fasst 500 cbm Wasser, also $^1/_4$ des grössten Tagesbedarfs. Wasserturm und Pumpstation sind elektrisch so verbunden,

download unter www.zobodat.at

dass man im Pumpenraume den Wasserstand im Hochwasserbehälter stets vor Augen hat.

Das vorhandene Verteilungsrohrnetz in der Stadt wird unmittelbar an das Hauptzuleitungsrohr angeschlossen, so dass also in der Regel das Wasser frisch von den Pumpen weg hineingeht. Dem Hochwasserbehälter fällt dabei nur die Rolle des Ausgleichers und Druckgebers zu.

Die Kosten dieses neuen Wasserwerkes, welches also das Verteilungsrohrnetz schon fertig vorfindet, sind auf ℳ 640,000 veranschlagt; im Einzelnen:

Grunderwerb	ℳ	15,000,
Wassergewinnungsanlage	„	90,714,
Pumpstation	„	191,935,
Druck- und Verteilungsrohr und Probierstation	„	262,014,
Hochbehälter	„	60,000,
Elektrische Anlagen und Insgemein	„	20,302,
	ℳ	639,964.

Die chemische und mikroskopische Untersuchung des Wassers des Versuchsbrunnens wurde durch den Vorsteher des Lebensmitteluntersuchungsamts der Stadt Hannover, Dr. Schnutz, und durch den Vorsteher des Gesundheitsamts der Universität Göttingen, Professor Dr. Wolffhügel, gleichzeitig und getrennt vorgenommen. Letzterer entnahm zum Vergleiche dabei Proben aus anderen Brunnen der Geestemünder Gegend.

Das Wasser wurde als besonders weich (Härtegrad 1,4) befunden, ebenso als besonders rein von chemisch nachweisbaren Beimengungen, namentlich auch von Eisenverbindungen, der Gehalt an organischen Bestandteilen als nicht nennenswert und derjenige an Kleinwesen als lediglich aus unschuldigen bestehend. Keime von krankheiterregenden Kleinwesen (Bacillen) wurden nicht entdeckt.

Professor Wolffhügel bezeichnete das Wasser als „besonders rein“, Dr. Schnutz dasselbe als „in jeder Beziehung vorzüglich“.

Wegen der grossen Weichheit des Wassers wurden dann noch der Vorsteher des Lebensmitteluntersuchungsamtes in Bremen, Dr. Janke, und Professor Reichard in Jena zu Untersuchungen, namentlich mit Beziehung auf die Verwendbarkeit bleierner Leitungsröhren beauftragt. Die Untersuchungen Janke's führten zu keinem abschliessenden Resultate, diejenigen Reichard's stellten fest, dass an Wasser, welches 5 Wochen in gebrauchten und neuen Bleiröhren gestanden hatte, keine Spur von Bleiauflösung zu bemerken war und dass wegen der geringen Menge freier Kohlensäure in dem Wasser ($^3/_{100}$ Milligramm im Liter) dergleichen

download unter www.zobodat.at

auch nicht zu befürchten sei. Er empfahl jedoch, die Sache im Auge zu behalten.

Dr. Schnutz erklärte mit Beziehung auf die Verwendbarkeit des Wassers, es sei wegen seines geringen Gehaltes an Kalk- und Magnesiasalzen und an Chloriden vorzüglich zur Kesselspeisung, wegen seines dabei geringen Gehaltes an organischen Bestandteilen besonders geeignet zur Bier- und Spiritusfabrikation und für den Hausgebrauch ausgezeichnet, weil es weich, klar, geruchlos und von angenehmem, erfrischendem Geschmack sei.

Nach einer mir dieser Tage gewordenen Mitteilung entspricht dies nun vor Kurzem in Betrieb genommene neue Wasserwerk allen gehegten Erwartungen vollständig. Der Unterschied zwischen seinem Wasser und demjenigen des alten Wasserwerkes ist ein ganz gewaltiger und fällt mehr noch, als die hier ausgestellten Proben von beiden erkennen lassen, beim Gebrauche sogleich dadurch auf, dass das Wasser der neuen Leitung krystallhell aus dem Zapfen strömt, während das des alten Wasserwerkes so trübe war, dass es fast immer vor dem Gebrauche erst gefiltert werden musste. Das neue Wasserwerk erfreut sich daher allgemeiner Beliebtheit.

Die Anlagekosten haben sich auf rund 700,000 ℳ gestellt. In den ersten Jahren wird die Stadtkasse zur Verzinsung und Tilgung der Bauschuld wohl erheblich zuschiessen müssen. Nach einigen Jahren hofft man aber, namentlich auch durch Wasserabgabe an gewerbliche Anlagen und an Dampfschiffe, den Wasserverbrauch so gesteigert zu haben, dass das Wasserwerk sich selbst erhält und wohl noch einen Reingewinn abwirft.

Das genaue Ergebnis der Untersuchung dieses Wassers habe ich hier ausgehängt. (Tafel II.)

Ich habe in meinem vorjährigen Vortrage gegen Oberflächenwasser den Einwand erhoben, es stehe dem Quell- und Grundwasser deshalb nach, weil es zu grossen Temperaturschwankungen ausgesetzt, im Winter kalt, im Sommer warm sei. Nach Besichtigung der Groninger Anlage scheint es mir, dass dieser Einwand für Oberflächenwasser-Anlagen mit langer unterirdischer Leitung in einem Eisenrohre wenig haltbar ist. Wenn solches Wasser 9 Kilometer einer eisernen Leitung, welche 1,30—1,50 mtr unter dem Maifelde liegt, durchlaufen hat, wird es die Temperatur des Erdbodens angenommen haben, die ja schon in geringer Tiefe im Sommer und Winter annähernd die gleiche ist. Am leichtesten wird das Wasser in den dünnen Leitungsröhren in den Häusern warm werden, einerlei, ob es Grund-, Quell- oder Oberflächenwasser ist,

download unter www.zobodat.at

und es wird also Jeder dafür sorgen müssen, dass die Leitung im Hause möglichst, wie gegen Frost, so auch gegen Wärme geschützt sei.

Im Uebrigen kommt die unbefangene Wissenschaft, wie ich schon in meinem vorigen Vortrage sagte, mehr und mehr zurück von der übertriebenen Wertschätzung, die man von vielen Seiten den Resultaten der chemischen und mikroskopischen Untersuchungen beigelegt hat, und von den dogmatischen Forderungen, die man vielfach von wissenschaftlicher Seite an Wasser für städtische Versorgungszwecke ohne Rücksicht auf Ort und Umstände gestellt hatte.

Zunächst wird man bei der Auswahl von Trinkwasser schon ziemlich sicher geleitet von Gesicht, Geruch und Geschmack; und diese Sinne gehen in ihren Anforderungen, wo sie in der Auswahl unbeschränkt sind, meist weit hinaus über das, was in gesundheitlicher Beziehung unbedingt gefordert werden müsste. Wasser, welches vollkommen klar und geruchlos und ohne Nebengeschmack frisch und angenehm zum Trinken ist, kann fast mit Sicherheit als gesund und gut bezeichnet werden. Denkbar wäre es freilich, dass solches Wasser doch noch schädliche Bestandteile, Pflanzen oder Tiere, enthielte, während es sehr häufig auch vorkommt, dass schmutziges, unfrisches Wasser mit zahlreichen Organismen ohne Schaden getrunken werden kann. Das trübe Wasser des Mississippi wird oder wurde früher wenigstens in den am Flusse liegenden Städten ohne Weiteres getrunken, obgleich man es sich in den Wassergläsern erst absetzen lassen musste, und in St. Louis hielt man es sogar für besonders gesund, wenngleich es Fremden oft nicht bekam. Angewöhnung spielt beim Wasser auch eine Rolle. In Hamburg hat man ja bis heute in der Wasserleitung auch nur unfiltriertes Elbwasser, und sicherlich nimmt sich nicht Jeder in Hamburg die Mühe, es zu filtrieren, bevor er es trinkt.

Die Mehrzahl der Substanzen des Wassers, die man unter dem Sammelbegriff „organische Stoffe“ zusammenfasst, ist in unserer täglichen Nahrung, auch im Zustande der Zersetzung, in weit grösserem Maasse vertreten, als im Wasser, und bisher war, nach Dr. Wolffhügel, noch Niemand im Stande, einen einzelnen der im Wasser vorkommenden organischen Stoffe herauszugreifen und ihn der Gesundheitsschädlichkeit zu überführen. Ebensowenig giebt irgend eine der bekannten Bestimmungsweisen ihre Gesamtmenge auch nur einigermaassen richtig an, oder ermittelt wenigstens diejenigen, welche mehr als die anderen zu „gährenden Vorgängen“ oder „fauliger Zersetzung“ neigen, gegen welche zwei die Beschuldigung der Gefährlichkeit sich hauptsächlich zu richten pflegt. Der chemische Befund des Wassers gestattet ebensowenig, zu erkennen,

download unter www.zobodat.at

ob sich in ihm aus Gährungsvorgängen organischer Stoffe möglicherweise schädliche, giftig wirkende Substanzen (Alkaloïde) gebildet haben. Solche giftige Substanzen können unter dem Einflusse von Fäulnisbakterien wohl entstehen (Wurstgift), obgleich diese Fäulnisbakterien selbst unschädlich sind; allein sie wirken nur, wenn sie in der erforderlichen Menge und Stärke und in einer zu ihrer Entfaltung günstigen Weise in den Körper gelangen, was bei Trinkwasser kaum denkbar ist. v. Nägli sagt treffend: Spaltpilze, die eigentlichen Produkte der Fäulnis, finden sich z. B. in saurer Milch, in manchen getrockneten Feigen, in überreifen Früchten, an gekochtem Fleisch und Schinken, das im Sommer nach 1—2 Tage Stehens kalt gegessen wird, in solcher Menge, dass eine einzige Mahlzeit davon mehr in den Magen bringt, als das verdorbenste Trinkwasser in einem Monat. Fäulnisprodukte ohne Spaltpilze nehmen wir in manchen gekochten Nahrungsmitteln (Sauerkraut, Wildpret mit Hochgeschmack) in reichlicher Menge zu uns. Am häufigsten geniessen wir Nahrungsmittel, die Fäulnisprodukte und Spaltpilze zusammen enthalten, wie Käse, kalte gekochte und rohe Fleischspeisen. An letzterem können neben der Fäulnis noch andere Zersetzungen eintreten und gefährliche Produkte wie das sog. Wurstgift bilden. Allein das sind ganz ausnahmsweise und unabhängig von Fäulnispilzen eintretende Erscheinungen. Unter Millionen Fäulnisprozessen liefert kaum einer solche Stoffe. Es sind, fährt v. Nägli fort, im schlechtesten Trinkwasser die Fäulnispilze und Fäulnisprodukte im Vergleiche mit den genannten Speisen in so geringen Mengen vorhanden, dass man die Furcht vor denselben geradezu als Einbildung bezeichnen kann. Eine Flasche von dem, was man von wissenschaftlicher Seite wohl verpestetes Trinkwasser nennt, ist nur eine homöopathische Gabe gegen eine Mahlzeit Käse.

Von anerkannt Krankheit erregenden Kleinwesen, Tieren oder Pilzen, sind bislang in Trinkwasser noch keine nachgewiesen worden. Wohl entdeckte man, wie in meinem vorjährigen Vortrage erwähnt, solche in dem Wasser der Panke in Berlin; allein es wird auch nie Jemandem in den Sinn kommen, dies hochgradig verunreinigte Wasser zu trinken. Die Furcht vor ihnen, soweit Trinkwasser in Frage kommt, ist sehr übertrieben worden, wenngleich man nicht unbedingt behaupten kann, dass sie absolut grundlos sein müsse.

Selbst der Beweis für den oft behaupteten Zusammenhang des Typhus mit verunreinigtem Wasser ist einer unermüdlichen Hingabe zum Trotz noch nicht gelungen. Beobachtungen, die dafür zu sprechen scheinen, stehen gegenteilige zur Seite. Port fand, dass unter den Münchener Kasernen die typhusreichste ein vorzügliches, fast nährstoffloses Wasser,

download unter www.zobodat.at

die typhusfreieste dagegen das verhältnismässig schlechteste Wasser hatte, das in der ganzen Garnison getrunken wurde. Ebenso fand Flügge, der die Typhussterblichkeit einer Anzahl Städte und deren Wasserbeschaffenheit vergleichend zusammenstellt, keinen nachweisbaren Zusammenhang zwischen dem Zustande des Trinkwassers und der Häufigkeit des Typhus.

Wenngleich also manche der übertriebenen Befürchtungen, welche man vor nicht ganz reinem oder mit Kleinwesen einigermaassen stark besetztem Trinkwasser hegte, übertrieben und manche der grossen Erfolge, welche man in gesundheitlicher Beziehung von vorzüglichem Trinkwasser allein erwartete, nicht eingetreten sind, so legen doch selbst die ausgesprochensten Gegner der Trinkwassertheorie der Versorgung der Menschen mit gutem Wasser in reichlichem Maasse unter Betonung seines Wertes für die Ernährung und für die Stärkung der Gesundheit durch Ermöglichung der Reinlichkeit grossen Wert bei. Auch sie sind der Ansicht, dass eine solche Wasserversorgung für die Gemeinden von hoher Wichtigkeit zur Förderung der Gesundheit und des Wohlbefindens der Bevölkerung sei. Aber sie meinen, dass bei einer Wasserversorgungs-Anlage neben dem Streben nach möglichst reinem Wasser auch zu beachten sei die Beschaffung einer jederzeit ausreichenden reichlichen Menge zu billigen Preisen. Denn die Mittel der Gemeinden seien ausser zur Wasserbeschaffung noch zu einer Menge anderer gemeinnützigen Einrichtungen erforderlich, die ihrerseits auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen auch erheblichen Einfluss üben. Diese Umstände werden also gegen einander vernünftig abzuwägen und nach allen Richtungen wird ein gewisses Maass zu halten sein.

Bei der Untersuchung der an einem Orte zur Verfügung stehenden Wässer wird man zunächst von der Annahme ausgehen müssen, dass das Wasser schädliche oder ekliche Stoffe hauptsächlich der direkten oder indirekten Berührung mit Menschen und Tieren verdanke. Man wird also solche Wässer aufsuchen, die dem nicht ausgesetzt sind oder die genügende Gelegenheit haben, bevor sie den Wasserentnahmeort erreichen, vermöge der natürlichen Selbstreinigungskraft bewegter Gewässer, sich ihrer zu entledigen. Am liebsten wird man Wasser in der Erde, möglichst fern von den auf der Erdoberfläche waltenden verunreinigenden Einflüssen aufsuchen, also entweder in solcher Tiefe, dass überhaupt nichts derartiges dahin dringen kann, oder in Gegenden, die möglichst fern von dichtbebauten menschlichen Ansiedlungen liegen. Schon die oberen Grundwasser der Geest haben sich in unseren Gegenden ja vielfach als vorzüglich rein erwiesen.

Solches Grundwasser wird lediglich die natürlichen Bestandteile

download unter www.zobodat.at

des Bodens der betreffenden Gegend enthalten und kann dann als Maassstab dienen für die Beurteilung der etwaigen Verunreinigung anderer Bezugsquellen derselben Gegend.

Ich habe in meinem vorjährigen Vortrage auf das Kieslager zu Tergast als den wahrscheinlich nächsten Ort hingewiesen, wo gutes Grundwasser zu erwarten sei, indem sich durch dies Lager wahrscheinlich ein bedeutender unterirdischer Wasserstrom aus einem weiten Heidegebiete nach der Ems hin bewegen würde. Ein mit der Gegend und dem Emsgebiete genau bekannter erfahrener Seemann aus Warsingsfehn sprach sich neulich mir gegenüber dahin aus, dass dies Kieslager sich wahrscheinlich weithin in der Richtung auf die Osterems zu fortsetze, da auch dort wieder eine grosse Kiesbank zu Tage trete. Es könnte ja möglich sein, dass man bei Bohrversuchen dies Kieslager in grösserer Nähe von Emden als Tergast noch ohne aufgelagerte verunreinigende Dargschichten anträfe und so vielleicht etwas an der Leitung sparen könnte. Müsste man sich dabei aber von dem Eisenbahndamme entfernen, dann verlöre man wieder diese vorzügliche und kostensparende Gelegenheit zur Verlegung des Rohres.

Sodann hörte ich, wie anfangs erwähnt, von dem Bewohner des Meerhauses, Köhnemann, dass das Wasser des „kleinen Meeres“, welches tiefer ist als das „grosse Meer“, im ganzen reiner sei als letzteres und namentlich an einer Seite vorzüglich. Ich habe eine Probe kommen lassen und stelle sie hier im Naturzustande und nach Filtrierung durch 8 cm Kies zur Besichtigung und zum Kosten aus.

Nun meine ich, wäre es eine unserer Gesellschaft würdige Aufgabe, vorbereitend für eine künftige Wasserversorgung unserer Stadt zunächst das Wasser, welches man im Tergaster Kieslager in einiger Tiefe — nach den Erfahrungen bei Wilhelmshafen und Geestemünde etwa bei 10 bis 15 m Tiefe — wahrscheinlich antreffen wird, und das Wasser des kleinen Meeres einer fortlaufenden chemischen und mikroskopischen Untersuchung zu unterziehen und sich zugleich in der näheren Umgebung der Stadt nach einer etwaigen Fortsetzung des Tergaster Kieslagers umzusehen. Ein s. g. Abessynierbrunnen würde das Wasser des Tergaster Kieslagers leicht und ohne grosse Kosten erschliessen. Die zur Untersuchung erforderlichen Instrumente und Sachen — ein gutes Mikroskop würde wohl das Hauptobjekt sein — sind zweifelsohne unschwer zu beschaffen, und an wissenschaftlichen, der Sache gewachsenen Kräften fehlt es uns, glaube ich, auch nicht. Es liegt wohl die hier aushängende, in Münster angestellte Untersuchung des Wassers des grossen Meeres vor. Allein solche in der Ferne angestellte Untersuchungen haben stets weniger Wert als

download unter www.zobodat.at

die am Orte unter genauer Kenntnis der örtlichen Verhältnisse angestellten, einmal weil das Wasser, namentlich mit Beziehung auf seinen Inhalt an Kleinwesen, raschen Veränderungen unterliegt und sodann, weil die chemischen und mikroskopischen Befunde, wie schon gesagt, meist keine entscheidenden Resultate, sondern nur Fingerzeige nach etwaigen Verunreinigungen des Wassers geben, denen dann örtlich näher nachzugehen ist. Sodann ist das Wasser des kleinen Meeres, das, wie schon gesagt, wahrscheinlich reiner ist, als das des grossen, noch gar nicht untersucht.

Meine Bitte geht also dahin, dass die Naturforschende Gesellschaft sich dieser für das Gemeinwohl unserer Stadt so wichtigen Wasserversorgungsfrage annehme. Ich zweifele nicht, dass das „Licht der Ueberzeugung“ auch hier der Lohn heiterer Forschung sein würde.

Ausgestellt sind noch Wasserproben der städtischen Wasserleitungen zu Geestemünde und Osnabrück.

Ich gestatte mir, dem Herrn Direktor des Wasserwerkes zu Groningen, de Kempenaer, den Herren Bürgermeistern Blessmann zu Geestemünde und Möllmann zu Osnabrück für freundliche Hülfe hier zu danken.

Benutzte Litteratur:

1. „Das Wasserwerk der Stadt Groningen.“ Berlin 1882.
2. Vorlage des Herrn Bürgermeisters Blessmann zu Geestemünde betreffend die Anlage eines neuen Wasserwerkes in Geestemünde. 1890.
3. Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten. Wasserversorgung von Reg.-Rat Dr. G. Wolffhügel. Leipzig 1882.

download unter www.zobodat.at

Tafel I.

	Wasser der Drentschen Aa vor der Reinigung	Wasser der Drentschen Aa nach der Reinigung	Wasser des Grossen Meeres
Verdampfungsrückstand auf 1 Liter	0,208 gr	0,200 gr	
Chlor in 100,000 Teilen . . .	2,84 Teile	1,8 Teile	11,36 Teile
Reaktion auf Nesslersches Ammoniakreagens	eben bemerkbar		
Ammoniak		0	Spur
Salpetersäure auf 1,000,000 Teile	Spur	0	Spur
Salpetrige Säure do.	0	0	0
Organische Stoffe do.			65,3 Teile
Organische Stoffe auf 100,000 T. Wasser übermangansaures Kali	1,78 Teile	5,3 K Mn 04 per Liter	
Bakterien per Cub.-Centim. . .		360 Stück	
Pilze do. . .		2 „	
Härte-Grade nach Clarke . . .	6,6		
Härte (Gesamtkalk)			Spur
Augenscheinliche Beschaffenheit .		farblos, hell	
Schwefelsäure	Spur	mässig	„normal“

download unter www.zobodat.at

Tafel II.

Resultate der Untersuchung des Wassers

aus dem

Versuchsbrunnen des neuen Geestemünder Wasserwerks

durch den Direktor
des städtischen Lebensmitteluntersuchungsamts in Hannover,
Dr. Schnutz.

Trockenrückstand	0,09650	gr im Liter.
Glührückstand	0,07770	„ „ „
Glühverlust	0,01880	„ „ „
Organische Substanz (Chamäleon)	0,00310	„ „ „
Kieselsäure ($Si\ O_2$)	0,01330	„ „ „
Kalk ($Ca\ O$)	0,00970	„ „ „
Magnesia ($Mg.\ O$)	0,00084	„ „ „
Eisenoxyd ($Fl_2\ O_3$)	0,00100	„ „ „
Thonerde ($Al_2\ O_3$)	0,00087	„ „ „
Kali ($K_2\ O$)	0,00360	„ „ „
Natron ($Na_2\ O$)	0,01630	„ „ „
Chlor	0,01717	„ „ „
Schwefelsäure ($S\ O_3$)	0,01160	„ „ „
Kohlensäure (gebunden)	0,00531	„ „ „
Kohlensäure (freie)	0,00003	„ „ „
Ammoniak	0	
Salpetrige Säure	0	
Salpetersäure	Spur	
Deutsche Härtegrade	1,0 °	

Durch Umrechnung der vorstehenden Werte ist folgende Zusammensetzung ermittelt:

Trockenrückstand	0,09650	gr im Liter.
Glührückstand	0,07770	„ „ „
Glühverlust	0,01880	„ „ „
Organische Substanz (Chamäleon)	0,00310	„ „ „
Kieselsäure ($Si\ O_2$)	0,01330	„ „ „
Thonerde ($Al_2\ O_3$)	0,00087	„ „ „
Chlornatrium ($Na\ Cl$)	0,02829	„ „ „
Schwefelsaures Natron ($Na_2\ SO_4$)	0,00297	„ „ „
Schwefelsaures Kali ($K_2\ SO_4$)	0,00666	„ „ „
Schwefelsaurer Kalk ($Ca\ SO_4$)	0,01167	„ „ „
Kohlensaurer Kalk ($Ca\ CO_3$)	0,00875	„ „ „
Kohlensaure Magnesia ($Mg\ CO_3$)	0,00176	„ „ „
Kohlensaures Eisenoxydul	0,00146	„ „ „

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft in Emden

Jahr/Year: 1891/92

Band/Volume: 77

Autor(en)/Author(s): Brons B.

Artikel/Article: Ueber die Wasserversorgung Emdens 67-84