

schweren Handhabung wieder verworfen habe. Unleugbar sei die Construction der ganzen Maschine sehr gut durchgearbeitet, indess dürfte sich dieselbe in ihrer jetzigen Form beim praktischen Ofenbetriebe noch nicht mit Vortheil verwenden lassen.

Kromschröder erwähnt noch eine Lademaschine, welche er auf der Mastricher Ausstellung habe arbeiten sehen.

Zu der Anfrage:

Ist es möglich, eine gemeinsame Bestellung von Gaskohlen aus Schlesien herbeizuführen?

glaubt Kunath, dass eine Einigung sich nicht werde erzielen lassen, da einerseits an der Küste die englischen Kohlen doch noch billiger als schlesische zu beziehen, und andererseits Stadtverwaltungen und Private schwer unter einen Hut zu bringen seien.

Ingenieur Rudolph, Vertreter der Wilhelmshütte bei Sprottau, führt einen patentirten Gasverlustanzeiger, welcher von der Wilhelmshütte gefertigt wird, vor, und erläutert denselben, wie folgt: Der hier aufgestellte Apparat stellt den patentirten Gasverlustanzeiger in der Construction dar, wie derselbe von uns jetzt an verschiedene Städte geliefert ist. Derselbe findet immer mehr und mehr Anwendung, ausser bei schlechtem Grund und Boden und öfterem Blosslegen der Rohre, auch da, wo die Bäume in städtischen Anlagen vor den schädlichen Gasausströmungen möglichst geschützt werden sollen. Der Apparat besteht aus einer einfachen Strassenkappe, deren Kopf die Grösse eines Pflastersteines hat und in welche ein, mit seitlichen Schlitz versehenes, Rohr eingehängt wird. Im Innern ist die Strassenkappe getheilt und so ein Raum geschaffen, in welchem das etwa entströmte Gas sich ansammeln kann. Auf dem Deckel hierzu ist ein Hahn angebracht. Nach innen zu hängt an diesem Deckel ein Papierstreifen, welcher mit Palladiumchlorür getränkt ist. Grosse Undichtigkeiten werden sich sofort durch Geruch erkennen lassen; kleine, selbst die kleinsten entströmten Gasmengen färben den Streifen schwarz. Die Apparate sollen möglichst in Abständen von 15 m eingesetzt werden. Werden grössere Entfernungen gewünscht, so sind auf das verlegte Rohr in der Längsachse getheilte Drainröhren zu legen, die dann das entströmte Gas sicher nach dem Apparat leiten.

Sollen die Apparate nur zur Erdventilation benutzt werden, so werden die Gase durch eine seitlich angegossene Muffe mittels Rohrleitung nach dem nächsten Candelaber oder dergl. geleitet. Das Einsetzen des Gasverlustanzeigers ist eine ganz leichte Arbeit und macht sich die einmalige Ausgabe für die Dauer sehr gut bezahlt.

Hierauf erfolgt der Schluss der Sitzung durch den Vorsitzenden.

#### Betrachtungen über das wassergebende Vermögen der Dünen behufs städtischer Wasserversorgungen.

Die folgenden, der »Tydschrift van het koninklyk Instituut van ingenieurs« entnommenen Betrachtungen, beziehen sich hauptsächlich auf die Dünen der Westküste Hollands, sie dürften jedoch auch ein allgemeines Interesse beanspruchen, weil überall, wo sich Dünen vorfinden, gleiche oder doch ähnliche Verhältnisse vorhanden sind.

Jedes Wasser der städtischen Wasserversorgungen ist erst mit der Erde in Berührung gewesen und es ist natürlich, dass dasjenige Wasser den Vorzug verdient, welches die grösste Gewähr gegen Verunreinigung darbietet. Diese Gewähr bieten in hohem Maasse die Dünen und zwar aus

zwei Gründen: 1. wegen der geringen Verunreinigung durch thierisches Leben und 2. wegen des grossen Oxydationsvermögens des Bodens.

Man kann sich die Dünen in zwei Theile zerlegt denken, nämlich in die eigentlichen Dünen und in die dahinter gelegenen Geestgründe. In beiden wird in gewisser Tiefe reiner Sand und somit auch gutes Wasser angetroffen. Zwar hat das Wasser aus den Geestgründen oft eine gelbliche Farbe, welche jedoch leicht auf chemischem Wege beseitigt werden kann; der Farbstoff ist in jedem Falle ganz unschädlich. Bei der Vereinigung mit Wasser aus den Dünen verschwindet die gelbe Farbe, wie sich solches bei der Anlage der Delft'schen Dünenwasserleitung ergeben hat.

Die oft gegen den Gebrauch des Wassers aus den Geestgründen erhobenen Bedenken wegen der daselbst vorhandenen Culturen, müssen als unbegründet bezeichnet werden. Wie schon gesagt, besitzt der Sand ein aussergewöhnliches Oxydationsvermögen. Die Versuche von Fodor u. A. haben ergeben, dass organische Stoffe geringen oder gar keinen Einfluss haben, sobald sie Gelegenheit zur vollkommenen Oxydation oder Nitrification finden. Man kann daher auch annehmen, dass auf gewisse Tiefe unter den bebauten Geestgründen keine von den Culturen herrührenden Verunreinigungen vorhanden sind, sobald die gewöhnliche Düngung nicht tief in den Boden dringt und somit auch nicht einen schädlichen Einfluss auf das aus gewisser Tiefe geschöpfte Wasser hat.

Die im Folgenden mitgetheilten Beobachtungen sind in den Wassenaars'schen Dünen (Fig. 132) angestellt, welche die Entnahme für die Gravenhaag'sche Dünenwasserleitung bilden und eine Fläche von 700 ha umfassen.

Man hat oft die Dünen als ganz auf einer wasserdichten Moorschicht ruhend betrachtet, welche sich ungefähr bis zur Höhe des mittleren Seewasserspiegels ausstreckt. Diese Vorstellung ist ohne Zweifel falsch, wie sich aus den verschiedenen Abgrabungen und Bohrungen ergeben hat. Die Haag'sche Dünenwasserleitungen sind angelegt in Tiefen von 4 m — D.-P. bis 0,50 m + D.-P. (Delft-Pegel) und haben eine Länge von ca. 10 000 m, doch kommt Moor nur sehr sporadisch vor.

Im Allgemeinen wird angenommen, dass die aus einer gewissen Dünenfläche erhältliche Wassermenge von der Ausdehnung des Terrains und von dem mittleren Regenfall abhängig ist. Man hat nun festgestellt, wie viel Wasser den Dünen entzogen wurde, ohne dass eine bleibende Senkung wahrzunehmen war; auf solche Weise ist man zu der Schlussfolgerung gekommen, dass von einer gegebenen Dünenfläche eine Wassermasse entnommen werden kann, welche einige auf 30 bis 40%, andere auf 50% des jährlichen Regenfalls festgesetzt haben.

Diese Schlussfolgerungen scheinen auf die Dauer nicht stichhaltig zu sein, weil mit der unrichtigen Annahme, dass das Dünenwasser auf einer wasserdichten Moorschicht stehen bleibt, unrichtige Wahrnehmungen gepaart gingen.

Zur näheren Begründung sind auf Fig. 133 im Querschnitte die Wasserstände in den Versuchsbrunnen 17, 16 in der Hauptader und in 18, 19 und 29 angegeben. Die Versuchsbrunnen sind deutlich mit kleinen Kreisen in dem Lageplan (Fig. 132) angegeben und liegen in einer Linie, ungefähr parallel zu den Seitenkanälen F und G zwischen den Hektometerpfählen 48 und 49. Das Drainrohr und die Brunnen zu beiden Seiten der Leitung sind durch senkrechte Linien bezeichnet. Die verschiedenen gestrichelten Linien verbinden die niedrigsten Wasserstände, welche seit 1883 beobachtet sind. Daraus geht in erster Linie die fortschreitende Senkung des Grundwasserstandes hervor. Betrachten wir z. B. den Stand im Brunnen 29, so sehen wir, dass auch in

diesem das Wasser an der Senkung Theil nahm, während die höheren Stände in den dazwischen liegenden Brunnen zeigen, dass das Wasser in dem Terrain bei Brunnen 29 unmöglich nach der Leitung gezogen sein kann. Die Senkung in 29 ist jedoch eine indirecte Folge der Wirkung des Drainrohres. Die Höhe, auf welcher das Grundwasser angetroffen wurde, ist die Folge eines gewissen Wasserzuflusses nach See hin und der Widerstand des Sandes gegen den Abfluss. Wird somit ein Theil dieses Wassers durch das Drainrohr weggezogen, so wird dem Terrain um Brunnen 29 viel weniger Wasser zugeführt und in dem letzteren eine Senkung beobachtet werden können, ohne dass daraus folgt, dass das Wasser in dem Terrain bei Brunnen 29 dem Drainrohr zugeflossen ist. Hätte man somit die Brunnen 18 und 19 nicht beobachtet, sondern nur 29, so würde man aus den Aufnahmen abgeleitet haben, dass das Grundwasser bei 29 nach dem Drainrohre abgezogen wäre, was unmöglich der Fall sein kann.

Für den vorliegenden Zweck ist es nicht genügend, die jährliche Regenmenge zu kennen. Man kann Zeiten haben, in welchen aussergewöhnlich viel Regen fällt, ohne dass eine bemerkbare Hebung des Grundwassers stattfindet, wie auch verhältnissmässig trockene Monate mit einer bemerkbaren Hebung desselben zusammenfallen können.

In der später folgenden Tabelle I sind in einigen der überall in den Dünen gebohrten Versuchsbrunnen die Wasserstände vom Juli 1888 zusammengestellt, in welchem Jahre die Regenhöhe zu Scheveningen 550 mm betrug. In dem genannten Monate fiel somit beinahe ein Drittel des ganzen Jahres, nämlich 164 mm.

Trotz dieses heftigen Regens wurde fast überall eine Senkung des Grundwassers beobachtet. Die Folge war nur eine besser begrünzte Dünenoberfläche, d. h. der Regen kam allein dem Pflanzenreich zu Gute. Wenn dagegen derartige Regenfälle in dem Zeitraume October-April stattfanden, so wurde thatsächlich eine Hebung in den Brunnen beobachtet, welche oft 600 bis 700 mm betragen kann und kommen somit diese Regenmengen dem Wasservorrath der Dünen zu Gute. Es kommt somit weniger auf die Höhe der Regenmenge als vielmehr auf die Umstände an, unter welchen der Regen fällt, wie später bewiesen werden soll. In dieser Richtung waren die letzten 10 Jahre ungünstig.

Ein Beweis, dass eine allgemeine Senkung des Grundwassers in den Dünen stattgefunden hat, ohne andere als atmosphärische Einflüsse, wird durch das Fallen des Wassers in einem Brunnen geliefert, welcher in der Nähe des Kanales nach Scheveningen liegt, dessen Wasserspiegel ungefähr constant ist. Die Senkung daselbst beträgt in den letzten 7 Jahren 150 mm.

Die Dünen haben ein grosses Vermögen, die Feuchtigkeit aus der Luft aufzunehmen. Wenn man z. B. nach einem trockenen Zeitraum von mehreren Monaten eine Dünen spitze aufgräbt, so findet man schon in geringer Tiefe sehr feuchten Sand. Das Capillarvermögen wird durch die glatte Oberfläche der Sandkörner sehr vermehrt.

Dazu gesellt sich noch eine andere Ursache. Das Grundwasser in den Dünen steigt und fällt, und entsteht in Folge dessen ein Einsaugen und Ausstossen der atmosphärischen Luft. Nach schweren Regengüssen findet beinahe immer eine Hebung statt, welche in der Mitte der Dünen am grössten ist. Der nach oben gebogene Grundwasserspiegel steigt somit, um thatsächlich wieder zu fallen, wenn der Regen aufgehört hat. Bei dieser Bewegung wird somit Luft in den Sand gesogen, in Folge dessen eine Condensation der in der Luft enthaltenen Wasserdämpfe stattfindet. Höchst



Fig. 132.

wahrscheinlich ist diesem Umstande eine fortwährende geringe Hebung und Senkung des Grundwassers zuzuschreiben, welche diese fortwährende Condensation befördert. Daraus kann gefolgert werden, dass der Wassergehalt der Luft

einen grossen Einfluss auf die Entstehung des Grundwassers hat.

Wie die folgende Tabelle I zeigt, fiel im Juli 1888 164 mm und im Juli 1889 150 mm Regen.

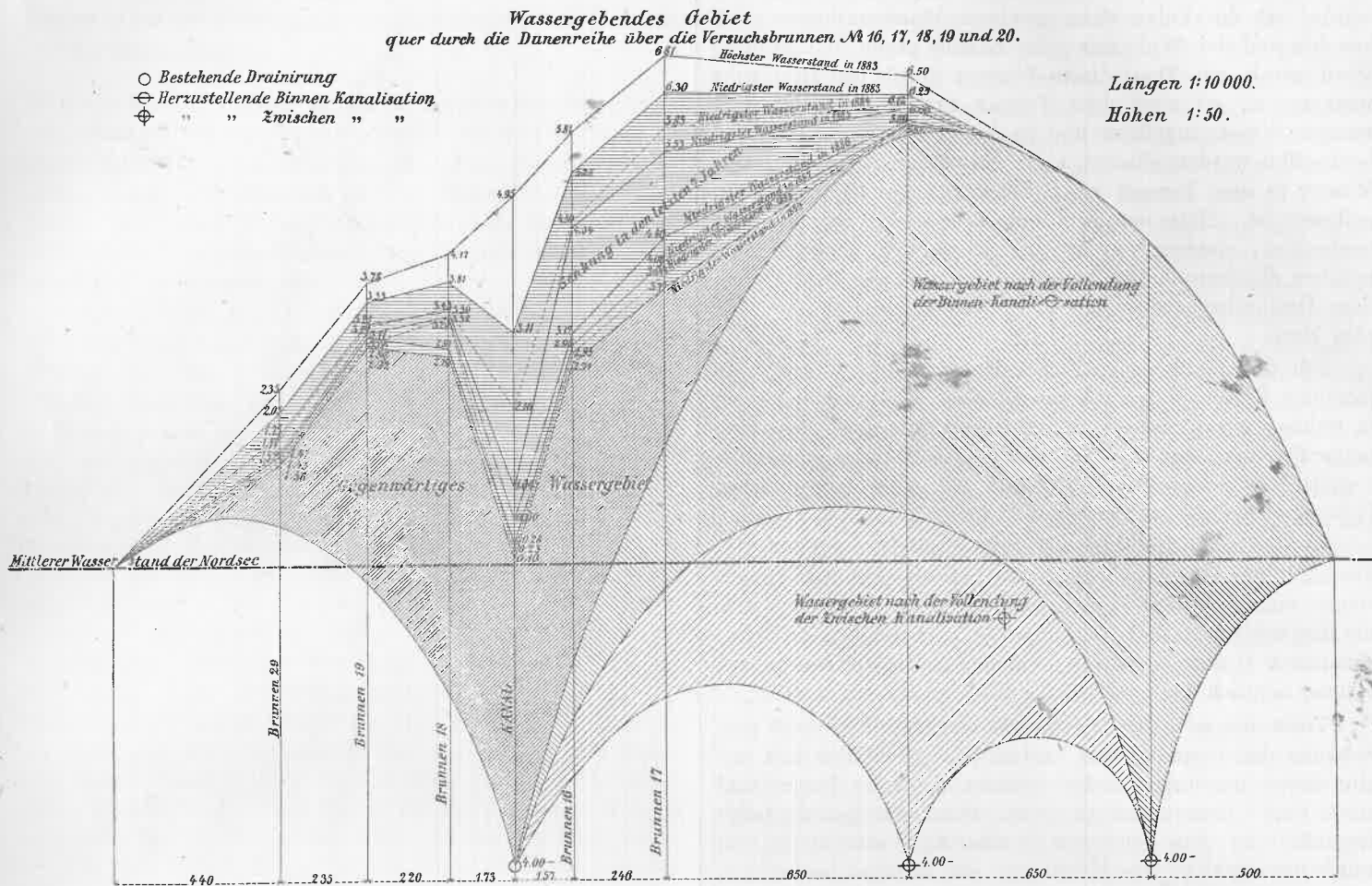


Fig. 133.

Tabelle I.

Nummer der Versuchsbrunnen	Wasserstände im Juli								
	1888				1889				
	1. Juli	15. Juli	Steigen	Fallen	1. Juli	15. Juli	Steigen	Fallen	
3	0,80	0,79	—	0,01	0,67	0,70	0,03	—	
4	1,17	1,16	—	0,01	1,07	1,09	0,02	—	
9	0,70	0,77	0,07	—	0,69	0,76	0,07	—	
10	1,06	1,04	—	0,02	1,00	1,15	0,15	—	
11	3,17	3,21	0,04	—	3,12	3,21	0,09	—	
12	1,45	1,40	—	0,05	0,92	1,07	0,15	—	
13	2,74	2,56	—	0,18	2,35	2,47	0,12	—	
14	3,08	3,07	—	0,01	2,54	2,75	0,21	—	
15	1,74	1,71	—	0,03	1,48	1,62	0,14	—	
16	3,45	3,38	—	0,07	2,71	2,82	0,11	—	
17	4,36	4,32	—	0,04	3,72	3,89	0,17	—	
18	3,08	3,06	—	0,02	2,79	2,97	0,18	—	
19	3,06	3,11	0,05	—	2,94	3,06	0,12	—	
24	2,00	2,00	—	—	1,90	1,80	—	0,10	
26	1,22	1,23	0,01	—	1,10	1,30	0,20	—	
29	1,49	1,54	0,05	—	1,37	1,51	0,14	—	
			0,22	0,44			1,90	0,10	
		Im Mittel: 0,014	Fallen			Im Mittel: 0,12	Steigen		
		Regenmenge im Jahre 1888 = 550 mm im Juli = 164 »				Regenmenge im Jahre 1889 = 623 mm im Juli = 150 »			

Grund-  
4 mm

Man sieht somit, dass trotz des bedeutend grösseren Regenfalles im Juli 1888 beinahe überall ein Fallen des Grundwassers eintrat und dass bei geringerer Regenmenge im Juli 1889 eine bedeutende Hebung beobachtet wurde, dass somit der Stand des Grundwassers nicht allein vom Regenfall, sondern auch von anderen Ursachen abhängen muss. Sehr wahrscheinlich hat der Regen auch einen indirecten Einfluss auf den Grundwasserstand, nämlich durch die Vermehrung des atmosphärischen Feuchtigkeitsgrades.

In 7 Jahren wurden für die Haag'sche Wasserversorgung im Ganzen 24337000 cbm Wasser aus den Wassenaar'schen Dünen aufgepumpt, wodurch eine Senkung des Grundwassers um 1,069 m verursacht wurde. Diese Zahl, multiplicirt mit der Oberfläche (700 ha) gibt somit den Inhalt der Senkung in Sand und Wasser:

$$1,069 \times 7000000 = 7483000 \text{ cbm Sand und Wasser.}$$

Es fragt sich nun, wie viel davon Wasser ist. Die deshalb angestellten Untersuchungen haben folgendes ergeben:

Das spec. Gewicht des vollkommen trockenen Dünenandes ist 1,42. Wird dieser Sand mit Wasser gesättigt, so findet eine bedeutende Einsackung statt, so dass alsdann 1 cbm:

1651 kg Sand und  
350 » Wasser enthält, also

zusammen 2001 kg wiegt.

Man findet somit 350 kg oder Liter Wasser auf 1 cbm oder 1000 l, also 35% Wasser.

Dieses Wasser kann natürlich nicht vollständig aus dem Sande gezogen werden, weil — wie wir gesehen haben — der Sand immer feucht bleibt und somit einen Theil Wasser zurückhält. Um nun die Wassermenge zu kennen, welche 1 cbm gesättigten Sandes abgeben kann, ziehen wir somit von dem oben genannten Gewichte das Gewicht des feuchten Sandes ab:

$$2001 - 1750 = 251 \text{ kg oder Liter Wasser oder } 25\%.$$

Wir können also annehmen, dass die genannte Menge von 7483000 cbm den 4. Theil = 1870750 cbm = rund 1870000 cbm Wasser enthält und dass diese Zahl die Abnahme des Wasservorrathes im Allgemeinen darstellt. Dazu muss nun noch die directe Abnahme in den Drainleitungen und Kanälen gefügt werden, welche zu 1300000 cbm geschätzt wurde. Im Ganzen beträgt die Abnahme also:

$$1300000 + 1870000 \text{ cbm} = 3170000 \text{ cbm.}$$

In den 7 Jahren wurden zum Gebrauch aufgepumpt:

in 1883 . . . . .	2952000 cbm
» 1884 . . . . .	3095000 »
» 1885 . . . . .	2851000 »
» 1886 . . . . .	3338000 »
» 1887 . . . . .	3827000 »
» 1888 . . . . .	3980000 »
» 1889 . . . . .	4294000 »

zusammen 24337000 cbm

Die Abnahme betrug 3170000 cbm, so dass durch Regen und Condensation im Ganzen 21167000 cbm erhalten wurde, was über eine Ausdehnung von 700 ha eine Wasserschicht von 3,01 m und eine mittlere Wassererzeugung in 7 Jahren von  $\frac{3,01}{7} = 0,43 \text{ m pro Jahr}$  ergibt.

Berücksichtigt man nun, dass das Wasser zum grössten Theil aus offenen Kanälen gezogen wurde — die Drainleitungen wirken erst seit kurzer Zeit, und ausserdem sind die Gräben einer starken Verdampfung unterworfen — so folgt daraus, dass man auf eine Wassererzeugung von 50 bis 60 cm rechnen kann, was nach der alten Rechnungs-

weise 70 bis 80% der mittleren Regenhöhe gleichkommen würde.

Dies wird auch durch mehrere Beobachtungen bestätigt; so fiel z. B. im October 1885 208 mm oder rund 20 cm Regen, was unter Annahme des vorhin genannten Verhältnisses von Sand und Wasser zu 1:4 eine Hebung der Grundwasserstandes von  $4,20 = 80 \text{ cm}$  hätte verursachen müssen; die beobachtete Hebung betrug jedoch 60 bis 70 cm oder 75 bis 80% der Regenhöhe.

Schliesslich ist nun noch zu erwähnen, auf welche Weise die Dünen zu dem Maximum ihrer Leistungsfähigkeit gebracht werden können. Betrachtet man die Zeichnung von den niedrigsten Wasserständen auf Fig. 133, so fällt die starke Zunahme des wassergebenden Gebietes mit dem Fallen des Wasserspiegels sofort ins Auge. Theoretisch würde somit dem Gebiete die grösste Ausdehnung gegeben, wenn das Grundwasser so tief abgepumpt würde, dass die Wasserstände eine krumme Linie bilden, deren Tangente mit dem mittleren Seestande zusammen fiel. In diesem Augenblicke würden die Dünen in ihrer ganzen Breite in Wirkung treten.

Man würde zwar in diesem Falle Gefahr laufen, das Seewasser in die Düne zu ziehen, doch lässt sich dieses leicht dadurch vermeiden, wenn man einen schmalen Streifen längs der See absondert, in welchem das Grundwasser höher gehalten wird. Was den Innensaum der Dünen anbelangt, so liegen die Verhältnisse hier anders, weil das Wasser in den angrenzenden Geestgründen in den meisten Fällen benutzt werden kann. Die gelbe Farbe verschwindet gänzlich durch die Vermischung mit Dünenwasser, so dass keine andere als die gewöhnliche Reinigung durch Filtration nöthig ist.

Die Grundwasserstände, welche eintreten werden, wenn die Dünen, im Querschnitt in Fig. 133 angegeben, auf das Maximum ihrer Leistungsfähigkeit gebracht sind, sind annähernd durch die untersten krummen Linien dargestellt.

Noch in anderer Beziehung wird dieser Zustand für die Leistungsfähigkeit förderlich sein. Wir haben gesehen, dass das Grundwasser — wenigstens zum Theil — durch Condensation der Wasserdämpfe aus der Luft entsteht, und ist es klar, dass darauf von grossem Einfluss die Oberfläche sein muss, welche die Condensation bewerkstelligt. Diese Oberfläche ist bei letzteren Grundwasserständen aber auf das Maximum gebracht.

Durch eine zweckmässige Verwendung der Dünen und der Geestgründe können sich somit die grösseren Städte längs der Seeküsten leicht mit Dünenwasser versehen und zwar bis zu einer Menge, welche die gegenwärtigen Bedürfnisse um das drei- bis vierfache überschreitet.

### Vermehrte Wassererschliessung für Leipzig.<sup>1)</sup>

Ueber die hydrologische Untersuchung des Geländes bei Böhlitz-Ehrenberg und des westlichen Theiles des Naunhofer Staatswaldes hat vor einiger Zeit Herr A. Thiem (Leipzig) an den Rath der Stadt einen eingehenden Bericht erstattet, dem wir Folgendes entnehmen:

In der einleitenden Betrachtung wird ausgeführt, wie die hydrologische Untersuchung für Wassererschliessung planvoll und mit wahrscheinlichem Erfolge sich nur im Trümmergestein vollziehen kann; von diesen sind es das Alluvium und Diluvium und zuweilen auch das Tertiär, welche im Besonderen dankbare Untersuchungsfelder bieten. Für die Beschaffung grosser Wassermengen müssen entsprechende grosse Gebiete von einer gewissen Gleichartigkeit zur Verfügung stehen, wie sie weniger den Schuttalagerungen der Gletscher, als den Geschiebemassen bestehender oder verhistorischer Flüsse entsprechen. Die Grösse der einzelnen fluviatilen Geschiebe ist abhängig von der Geschwindigkeit des derzeit sie befördernden Mittels, und wenn diese Geschwindigkeit innerhalb enger Grenzen