

MEDEDEELINGEN OMTRENT DE GEOLOGIE VAN NEDERLAND, VERZAMELD DOOR
DE COMMISSIE VOOR HET GEOLOGISCH ONDERZOEK.

N^o. 26.

Onze brakke, ijzerhoudende en
alkalische Bodemwateren,

DOOR

Dr. J. LORIÉ.

(Met ééne plaat.)

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

(TWEEDE SECTIE).

DEEL VI. N^o. 8.

AMSTERDAM,
JOHANNES MULLER.
1899.

Onze brakke, ijzerhoudende en alkalische Bodemwateren

DOOR

Dr. J. LORIE.

HOOFDSTUK I.

Onze brakke Bodemwateren.

Het is een vrij algemeen bekend verschijnsel, dat, in de lagere streken van ons vaderland, min of meer diepe boringen herhaaldelijk schipbreuk hebben geleden „op de gevaarlijkste klip, waartegen het meeste moet worden gewaakt”, zooals de heer Badon Ghyben het in n°. 8) ¹⁾ uitdrukt, namelijk de brakheid van het water.

Reeds in 1605 werd, in het Oude-Mannenhuis te Amsterdam, een put geboord, ter diepte van 73 M. (72 M. — A.P.), die, door de „*Geographia generalis*” van Varenius, in 1671 algemeene bekendheid verkreeg. In 1852 schreef Harting (n°. 2), dat niet meer met zekerheid aangegeven kon worden, waar ergens, *in* of *bij* het O. M., die put gelegen is. *Allicht* is hij nooit in gebruik gekomen, wegens de brakheid van het water. Van verdere diepe boringen worden in Harting's werk beschreven, naar tijdsorde gerangschikt: 1°. O. M. 1605, tot 72 M.; 2°. Nieuwe Markt (N. M.) 1842, tot 172,5 M.; 3°. Bicker's Eiland (B. E.) April 1849, tot 38,5 M.; 4°. Luthersche Weeshuis (L. W.) Augustus 1849, tot 55,5 M.; 5°. Lauriergracht (L. G.) September 1849, tot 51,5

¹⁾ Zie de litteraturopgave aan het einde van dit opstel.

M.; 6°. Noordermarkt (Nd. M.) Juni 1850, tot 58 M.; 7°. Bloemgracht (B. G.) October 1850, tot 56 M. en 8°. Passeerdergracht (P. G.) 1851, tot 57,5 M. — A.P.

In den laatsten tijd zijn daarop nog verscheidene andere gevolgd, die door den heer Van den Broek (in n°. 9) worden opgenoemd. Het zijn: 9°. Kristalijsfabriek (K. IJ.) op de De Wittenkade, tot 70—80 M.; 10°. Brouwerij „De Gekroonde Valk” (G. V.) op den Kadijk, tot \pm 84 M. en 11°. Brouwerij „De Amstel”, bij de Weesperpoort, tot 94 M. — A.P. In allen is men op dezelfde klip gestooten.

De brakheid is het gevolg van een te hoog gehalte van chlorenchloren, inzonderheid van natrium en magnesium.

Omtrent het chloor moge deze algemeene opmerking voorafgaan. Proefnemingen hebben geleerd dat, als zoutoplossingen, die chloruren bevatten, door *aardlagen* heendringen, het chloor weinig of niet teruggehouden wordt, maar alleen de bases van de zoutoplossingen tot een zeker bedrag uitwisseling ondergaan met de bases, die in de karbonaten en het amorphe silikaat-humus-komplex der aarde aanwezig zijn. Wanneer dus zouthoudend water in den bodem dringt, zoo mag men aannemen, dat het chloorgehalte daarvan in het bodemwater zoo goed als onveranderd wordt teruggevonden. Omgekeerd mag men uit het chloorgehalte van grondwater, dat op eenige diepte opwelt, besluiten, of zoet- of brak- of zoutwater, of welk mengsel daarvan, in die bodemlaag is doorgedrongen — in de veronderstelling natuurlijk dat geene *zoutlagen* in dien bodem aanwezig zijn. Dit beginsel ligt aan de volgende beschouwingen ten grondslag.

De oorzaak van het chloor (of keukenzout)-gehalte in het bodemwater nu kan zesderlei zijn.

In de eerste plaats blijkt uit de navolgende lijst (bladz. 8 e.v.), dat het rivierwater reeds geringe hoeveelheden keukenzout bevat, afkomstig van de verweering der rotsen langs de oevers of ook van minerale bronnen. Wanneer het in den bodem dringt en elders weder te voorschijn komt, zal het chloorgehalte hoogstwaarschijnlijk geene verandering ondergaan hebben.

In de tweede plaats kunnen geringe hoeveelheden, zooals in het duinwater van Amsterdam (38), Den Haag (54) en Den Helder (70 m. G. per L., n°. 8), verklaard worden uit het verstuiven van het zeewater. In mijn opstel „*De Stormvloed van December 1894*,

enz." (in het Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap van 1897), vermeldde ik op bladz. 504, hoe bij storm dit zoutstof tot 135 K. M. en meer landwaarts vervoerd worden kan.

In de derde plaats: het oorspronkelijke zoutgehalte van de nieuwe en oudere *zeeklei*, resp. *zeezand* ¹⁾. Zeer waarschijnlijk is echter deze oorzaak van geringe beteekenis.

Zoo werden, bij de boring te Sloten, waar die *zeeklei* ontbreekt, hogere chloorgehalten aangetroffen dan te Amsterdam, waar zij aanwezig is. En, ware de veronderstelling juist, dan zoude men, na verloop van tijd, eene geregelde afname van het chloorgehalte mogen verwachten, terwijl het omgekeerde dikwijls het geval is (K. IJ. in 1885, 2430 en in 1887, 2591 m. G. Cl. per L.). Ook vermeldt Harting voor Nd. M., omstreeks 1850, gehalten van 565, 544, 586, 583, 575 en 572, wat meer aan schommelingen doet denken, hoewel ook soms het geringe aantal van twee analyses (L. W. 744 en 658 m. G.) tot eene bevestiging der veronderstelling zouden doen besluiten.

In de vierde plaats komen de naburige brakke boezemwateren, vaarten, enz. in aanmerking. Deze ontleenen hun zoutgehalte ten deele aan het schutten met de zeesluizen, bij welke gelegenheid zelfs het *lagere* buitenwater, door zijne meerdere zwaarte, langs den bodem naar binnen vloeit. Op zijne beurt dringt het brakke boezemwater in den bodem en *kan* op lagere punten opwellen. Hieraan dacht reeds Harting in 1852, hoewel hij *tevens* sprak van het (Open) IJ en de Zuiderzee. Aanvankelijk trachtte ook de heer Badon Ghyben (n°. 8) daaruit het groote zoutgehalte te verklaren (5180 m. G.) van het welwater op 60 M. — A.P. te Abcoude. *Hieraan* bleek echter het brakke Angstelwater volmaakt onschuldig, want het bevatte in 1887 slechts 2177 m. G.

Een paar boringen leveren ook, in omgekeerde richting, een bewijs tegen het boezemwater, als *uitsluitende* oorzaak van brakheid. Zoo bevatte het welwater van 27 M. — A.P. te Purmerend, in 1887, in 3 analyses: 24, 31 en 35 m. G., het water van Schermerboezem daarentegen 2698 en het slootwater in Den Beemster nog 923 m. G. Het welwater te P. mag dus als volslagen zoet beschouwd worden.

¹⁾ Deze oorzaak en de drie volgende worden door de heeren Badon Ghyben en Van den Broek in n°. 8 en n°. 9 besproken.

Een dergelijk geval deed zich te Sloten voor. Het slootwater der omgeving (Middelveldsche Akerpolder) bevat 603, de Haarlemmermeer-ringvaart 1350 m. G. Toch leverde de boring tot 50 M. — A.P. water met slechts 42—50 m. G., dat dus, evenals te Purmerend, voor (vervuild) duinwater mag gehouden worden. Dit is te merkwaardiger, omdat, onder Amsterdam, op overeenkomstige diepte, bepaald brak water gevonden wordt. De beste put is nog B. E. met 245 m. G. Cl. op 38.5 M. — A.P.

In de vijfde plaats komt nu van zelf de Zuiderzee in aanmerking, in welker water (Z. W. hoek) op verschillende tijdstippen 4911, 5223, 5293, 5733 en 7466 m. G. Cl. zijn aangetoond, dus, als gemiddeld rond cijfer, 6000 m. G. Het zoutgehalte der *meeste* boringen in en om Amsterdam vindt in deze veronderstelling eene voldoende verklaring.

Nu steken evenwel de boringen te Sloten en te Diemerbrug eene spaak in het wiel. Te S. werd namelijk op 180 M. — A.P., 8520 en op 200 M. zelfs 9416 m. G. Cl. aangetroffen.

In de zesde plaats moet men dus aan de Noordzee zelve denken; het spreekt echter van zelf, dat de andere oorzaken *ook* kunnen werken. Evenwel maakt (in n°. 9) de heer Van den Broek het zeer aannemelijk, dat het Noordzeewater ook voor geringere zoutgehalten verantwoordelijk *kan* zijn.

Zoo bevat het water van Sloten (S.), op 80 M. — A.P., 5538, dat van K. IJ. te Amsterdam, op 70—80 M. — A.P., 2591 m. G. Cl. per L. Beschouwt men ze nu, hetzij als verdund Zuiderzee-, hetzij als verdund Noordzeewater, dan verkrijgt men percentages van 92 tegen 43 of 30 tegen 14 ‰. De tegenstelling der beide laatsten nu is veel minder sterk dan die der beide eersten.

Het indringen van Noordzeewater werd door den heer Ribbius (n°. 27) ook op andere wijze aangetoond. In de prise d'eau der Delftsche Waterleiding, nabij Monster, wordt het duinwater verzameld in ingeslagen ijzeren buizen. Vooreerst heeft de gemiddelde stand der zee invloed op den waterstand in deze buizen, ten tweede veroorzaken eb en vloed daarin schommelingen. Zoo werden, gedurende den storm van 4 Februari 1898, in de dichtst bij zee geplaatste nortonbuis, de volgende standen afgelezen:

uren	8	10	12	2	4	6	8
c. M. + A.P.	44	44	57	74	74	62	54

In vier uren tijds werd dus eene rijzing van 30 c.M. en later

eene daling van 20 c.M. aangetoond, in verband met eene gelijksoortige verandering van den zeespiegel.

Uit al het voorafgaande blijkt dus, dat het opwellende *brakke* bodemwater van gemengden oorsprong is. Op geringe diepte (tot \pm 20—30 M. — A.P.) bestaat het uit boezemwater, in verschillende mate vermengd met duin- of heide-water, dat, naar de diepte toe, de overhand verkrijgt.

Nóg dieper gaande, wordt het zoutgehalte weder grooter, wat toegeschreven moet worden aan het binnendringen van Zuider- of Noordzeewater, waarschijnlijk in den regel het laatste.

Dat met toenemende diepte de zoetwaterstroom af-, de zeewaterstroom toeneemt, blijkt uit de hierbij gaande tabel; vooral de boring te Sloten toonde zulks zeer duidelijk. Minder die te Diemerbrug, waar, evenals te Sloten, eene toename plaats heeft tot 185 M. — A.P.; op eens wordt dan het gehalte veel kleiner en blijft dalen tot 249 M. — A.P., om vervolgens weder te stijgen.

Dergelijke onregelmatigheden komen veelvuldig voor en wettigen het besluit, dat de grensvlakken der zoet- en zoutwaterstromingen waarschijnlijk een zeer grillig beloop hebben. In het geval van Diemerbrug hebben wij waarschijnlijk tevens te doen met eenen zoetwaterstroom in N. W. richting, komende van de Gooische heuvelen.

Allicht moet ook hieraan het merkwaardige verschijnsel worden toegeschreven, door mij in deze „Mededeelingen, n^o. 25”, op bladz. 24 vermeld. Bij eene boring te IJmuiden werd, op 37 M. — A.P., brak water aangetroffen, op 80 M. — A.P. wederom zoet.

Ik laat thans eene lijst volgen van chloorgehalten van verschillende wateren, die nog voor groote uitbreiding vatbaar is. De cijfers van de n^{os} 8, 9, 20 en 21 (der litteratuuropgave) konden onveranderd worden overgenomen; n^o. 3 spreekt van „alkalichloruren”, waarvoor *NaCl* werd aangenomen. Slechts in enkele gevallen waren de chloruren nader aangegeven (*NaCl*, *KCl*, *CaCl²* en *MgCl²*) en werd al het chloor samengenomen.

Chloorgehalte (milligrammen per liter) van eenige Binnen- en Bodemwateren.

Volgnummer.	Hoeveelheid.	BENAMING.	Litteratuuropgave.
1	9	IJsel bij Deventer.	3
2	10	Merwede bij Dordrecht.	3
3	11	Rijnwater te Arnhem (minimum).	19
4	13	Putwater, leiding te Arnhem (minimum).	19
5	16	IJsel bij Kampen.	3
6	20	IJsel bij Gouda.	3
7	21	Boonersluis bij Maassluis (minimum).	26
8	23	Kromme Rijn te Utrecht (minimum).	25
9	24	Purmerend, 27 M. — A.P. (minimum).	8
10	25	Putwater, leiding te Arnhem (maximum).	19
11	28	Plompetorengracht te Utrecht.	25
12	35	Purmerend, 27 M. — A.P. (maximum).	8
		Rijn bij Arnhem, 1893 (maximum).	19
13	36	Zoetermeer, 34 M. diepte	8
14	38	Duinwater van Amsterdam.	8
15	40	Haarlem, 47 M. — A.P.	8
16	42	Sloten, 35 M. — A.P.	9
		Oude Rijn bij Leiden, Leiderdorpsche Hek (minimum).	17
17	46	Schie bij het Kruithuis te Delft (minimum)	14
18	50	Sloten, 48 M. — A.P.	9
19	54	Duinwater van Den Haag	8
20	60	Spuikanaal bij Scheveningen (minimum)	14
21	70	Duinwater van Den Helder	8
22	74	Sloten, 27 M. — A.P.	9
23	93	Haarlemmermeerdroogmakerij, Kruistocht bij Aalsmeer, 18 Februari 1889, (minimum)	32
24	106	Haarlemmermeerringvaart bij Vijfhuizen en Schiphol (minimum)	15
		Schie bij het Kruithuis te Delft (maximum)	14
25	146	Galgenwater (Rijn) bij Leiden	3
26	150	Smaak van brakheid (minimum)	8
27	171	Als 23, maximum op 20 September 1887	32
28	180	Kagermeer bij Leiden, gemiddelde van 6 bepalingen	17
29	227	Spuikanaal bij Scheveningen	14

Volnummer.	Hoeveelheid.	BENAMING.	Litteratuur-opgave.
30	245	Bicker's Eiland te Amsterdam, 38 M. — A.P.	2 en 8
31	300	Hoofdvaart Haarlemmermeerdroogmakerij. . .	17
32	316	Haarlemmermeer	2
33	327	Hoofdvaart der Haarlemmermeerdroogmakerij, benoorden Hoofddorp (minimum) 21 Februari 1889.	32
34	333	Nortonput, Post n°. 8, beosten Abcoude .	8
35	376	Haarlemmermeerdroogmakerij bij de Cruquius	15
36	390	Idem, Vijf huizerdwarstocht bij Vijf huizen (minimum) 21 Februari 1889.	32
37	393	Haarlemmermeer, 1825.	8
38	439	Boonersluis bij Maassluis (maximum). . . .	26
39	469	Haarlemmermeerdroogmakerij bij de Lijnden	15
40	503	Spuikanaal bij Scheveningen (maximum). .	14
41	550	Amstelboezem bij Nichtevecht, Loenersloot en Nieuwersluis, Februari 1893	18
42	544—586	Noordermarkt te Amsterdam, 57 M. — A.P.	2
43	560	Haarlemmermeerdroogmakerij, noordelijke gedeelte der Hoofdtocht, 1898.	32
44	600	Water ondrinkbaar wegens den smaak. . .	8
45	603	Sloten, polderwater.	9
46	617	Rijnlands-boezem bij Halfweg	15
46	617	Amstelboezem in de Muidertrekvaart en het Smalweesp, Februari 1893.	18
47	639	Haarlemmermeerdroogmakerij, Vijfhuizerdwarstocht bij Vijfhuizen (maximum) 12 September 1887.	32
48	658	Luthersche Weeshuis te Amsterdam, 51 M. — A.P.	2
49	668	Putwater te Rhijsburg, dat nog gaarne gedronken werd	3
50	678	Sloten, 59 M. — A.P.	9
51	685	IJwater aan de Willemsluizen (Noordhollandsche Kanaal), 1880—91. Op den bodem van den Amstelboezem, in de Muidertrekvaart en het Smalweesp. . . .	18
52	744	Luthersche Weeshuis te Amsterdam, 51 M. — A.P.	2
53	781	Haarlemmermeerdroogmakerij, Hoofdtocht,	

Volgnummer.	Hoeveelheid.	B E N A M I N G.	Litteratuur-opgave.
		even benoorden Hoofddorp (maximum) 9 Mei 1889	32
54	795	Oude Rijn aan de Binnensluis te Katwijk, na eene periode zonder spuiing	17
55	897	Passeerdergracht te Amsterdam, 56 M.—A.P.	2 en 9
56	923	Beemsterdroogmakerij, slootwater	8
57	1070	Water ondrinkbaar om den smaak	8
58	1192	Diemerbrug, 249 M. — A.P.	20
59	1220	Gorkum, 178 M. — A.P.	8
60	1250	Diemerbrug, 33 en 237 M. — A.P.	20
61	1260	Diemerbrug, 259 M. — A.P.	20
62	1350	Ringvaart Haarlemmermeer	9
63	1370	Noordhollandsche Kanaal, op 3 K. M. van de Willemsluizen (minimum)	18
		Schutsluis te Purmerend (maximum)	18
64	1395	Amstelboezem, De Bijleveld bij Harmelen	8
65	1455	Diemerbrug, 269 M. — A.P.	20
		Nieuwe Meer bij Sloten (bij uitzondering).	15
66	1522	Oranje-Nassau-bron te Vlaardingen, 30 M. — A.P.	11
67	1857	Gorkum, 178 M. — A.P., oudere bepaling	8
68	2060	Diemerbrug, 73 en 289 M. — A.P.	20
69	2177	Amstelboezem (Angstel) bij Abcoude	8
70	2192	Noordzeekanaal bij Amsterdam, Februari 1893	18
71	2282	Czaar-Peter-bron te Zaandam, 45 M. — A.P.	11
72	2330	Kristalijsfabriek te Amsterdam, 75 M.—A.P., 1885.	9
73	2591	Idem, 1887	9
74	2627	Diemerbrug, 211 M. — A.P.	20
75	2646	Pauwbrug te Leiden (maximum)	17
76	2687	Amstelbrouwerij te Amsterdam, 94 M. — A.P.	9
77	2698	Beemsterringvaart bij Purmerend	8
78	2730	Amstelboezem, De Bijleveld, bij Kockengen	8
79	3008	Diemerbrug, 53 M. — A.P.	20
80	3011	Wilhelmina-bron, Haarlemmermeerdroogmakerij	11
81	3110	Sneek, 45 M. — A.P., 1 ^o bepaling	7
82	3124	Diemerbrug, 323 M. — A.P.	20
83	3425	Noordhollandsche Kanaal op 3 K.M. van de Willemsluizen (maximum) 1889	18

Volgnummer.	Hoeveelheid.	BENAMING.	Litteratuur-opgave.
84	3479	Diemerbrug, 334 M. — A.P.	20
85	3763	Sloten, 70 M. — A.P.	9
86	3776	Elisabeth-bron bij Zaandam, 30 M. — A.P.	11
87	3860	Nieuwe Markt te Amsterdam, 150 M. — A.P.	2
88	4000	Zuiderzee, Z. W. hoek (minimum).	9
89	4110	Noordhollandsche Kanaal, op 3 K.M. van de Willemsluizen, Juli 1888	18
90	4450	Idem, September—October 1887.	18
91	4607	Nieuwe Markt te Amsterdam, 150 M. — A.P., latere bepaling	2
92	5054	Diemerbrug, 97 M. — A.P.	20
93	5113	Sneek, 45 M. — A.P., tweede bepaling.	7
94	5180	Abcoude, 60 M. — A.P.	8 en 9
95	5218	Diemerbrug, 122 M. — A.P.	20
96	5223	Zuiderzee bij Muiderberg	2
97	5293	Open IJ bij den Schreierstoren	8
98	5311	Amstel bij het Kalfje	8
99	5454	Sneek, 45 M. — A.P., 3 ^e bepaling	7
100	5480	IJwater aan de Willemsluizen (maximum) 1880—91	18
101	5538	Sloten, 80 M. — A.P.	9
102	5626	Sneek, 45 M. — A.P., 4 ^e bepaling	7
103	5733	Zuiderzee bij Muiderberg.	8
104	5817	Sneek, 5 ^e bepaling	7
105	5824	Idem, 6 ^e bepaling	7
106	6000	Zuiderzee, Z. W. hoek, (gemiddelde)	8
107	6532	Sloten, 101 M. — A.P.	9
108	6613	Diemerbrug, 140 M. — A.P.	20
109	6674	Sloten, 162 M. — A.P.	9
110	6958	Diemerbrug, 161 M. — A.P.	20
111	7394	Diemerbrug, 185 M. — A.P.	20
112	7460	Pampus, Zuiderzee, 1887.	9
113	7668	Sloten, 139 M. — A.P.	9
114	7852	Sloten, 123 M. — A.P.	9
115	8000	Zuiderzee, Z. W. hoek (maximum).	9
116	8520	Sloten, 180 M. — A.P.	9
117	9416	Sloten, 200 M. — A.P.	9
118	17939	(18000) Noordzee	6
119	19000	Noordzee, andere opgave	9

Deze lijst geeft aanleiding tot verschillende opmerkingen:

1°. Wat betreft de grenzen van drinkbaarheid, volgens den smaak. Minder dan 150 m. G. *Cl* schijnt nooit door dit zintuig bemerkt te zijn, terwijl water met 600 m. G. door sommigen reeds als ondrinkbaar wordt beschouwd. Zeer veel doet hiertoe echter de gewoonte af, hetgeen blijkt uit het putwater te Rhijnsburg bij Leiden, met 668 m. G., dat nog gaarne gedronken werd. Ook heeft, in 1860, volgens n°. 13, de familie Verhaegen te Ostende, gedurende 14 dagen, water van gelijke samenstelling gedronken (715 m. G.), afkomstig van eene diepe boring aldaar, afgekeurd wegens de brakheid van het water. Beide cijfers worden trouwens aanmerkelijk overtroffen door de drinkbaarheidsgrens volgens Chaumont met 1070 m. G., natuurlijk in de veronderstelling, dat het *Na Cl* van anorganischen oorsprong is.

Zeer groot is, bij alle deze drinkproeven, de invloed der overige bestanddeelen, als kalk, ijzer, maar vooral koolzuur. Het zeer smakelijke „Hollandia Tafelwater” bevat niet minder dan 3000 m. G. *Cl* per L., toch wordt het zoutgehalte eerst merkbaar, nadat het koolzuur grootendeels vervluchtigd is.

2°. Het doordringen van het zeewater in de binnenwateren, tengevolge van het schutten met zeesluizen en van de waterverversching van Amsterdam, waarop de nummers 41, 46, 51, 63, 64, 69, 78, 83, 89, 90, 98 en 100 wijzen. Een onderzoek van het boezemwater van Amstelland te Kockengen bij Breukelen bewees zelfs, dat dit toen voor de helft uit Zuiderzeewater bestond. Met nadruk wijst ook de heer Conrad in zijne belangrijke verhandeling (n°. 18) op de groote nadeelen, die uit zulk eenen toestand voor landbouw en veeteelt voortvloeien. Bevreemdend is het daarom, dat niet reeds lang de landbouwers van Amstelland bij het hoogheemraadschap er op hebben aangedrongen, dat aan zulk een stelselmatig bederf van den boezem paal en perk worde gesteld. Voor de hand ligt, de zoo hoog noodige waterverversching van Amsterdam in omgekeerde richting te doen plaats hebben, namelijk: door voortdurende afmaling der grachten op de Zuiderzee of spuiing te IJmuiden, met aanvoer van zoet water langs de beschikbare wegen. Mij komt het het meest doelmatige voor: het Vechtwater *zoo min mogelijk* te Muiden in de Zuiderzee te laten vloeien, doch *zoo veel mogelijk* te Muiden, Weesp, Nichtevecht, Nieuwersluis en Maarsen op den Amstelboezem af te laten. De heer Conrad sloeg (n°. 18) voor, langs Rijnlandsboezem water uit de IJsel bij Gouda in te laten en dit te Spaarndam en Halfweg op het Noord-

zeekanaal te pompen. Niet alleen gaat deze wijze met meerdere kosten gepaard, doch ook is zij alleen uitvoerbaar, als te Zeeburg wordt uitgemalen.

3°. Het water in Rijnlands Boezem.

Dit is, na de scheiding van Amstelland in 1670, in het zuidelijke gedeelte soms volkomen zoet, bijv. met 42 m. G., dus nog minder dan duinwater. Zulks is grootendeels een gevolg van het inlaten van IJselwater bij Gouda, benevens van den regenval. Het gehalte in de Haarlemmermeerdroogmakerij wisselt sterk af, tengevolge van het kwellen van zoet water in het oosten (93—171 m. G.), bij Aalsmeer bijv., als van zeewater in het westen (106—640 m. G.), bij Vijfhuizen en de Lijnden, bijv. Soms stijgt het zelfs tot 780 m. G. Eigenaardig is het, dat binnen deze grenzen het gehalte van het vroegere meerwater is gelegen (316 en 393 m. G.); dit was dus zeer goed drinkbaar. De Ringvaart vertoont door deze verschillen soms plaatselijke en eigenaardige gehalte-schommelingen, waarop Dr. Bakhuis Rooseboom wees, die n°. 15 zeer welwillend ter mijner beschikking stelde. Onze grootste droogmakerij toch wordt bemalen door den Leeghwater in het zuiden, den Cruquius in het westen en den Lijnden in het noordoosten. Vooral de laatste pompt betrekkelijk zout water op de Ringvaart, dat door de stoomgemalen te Halfweg en te Spaarndam op het Noordzeekanaal wordt uitgeslagen.

Maakt nu Halfweg wel, doch Lijnden niet, dan wordt het brakke water der Ringvaart gaandeweg vervangen door zoet water uit de Westeinder Plassen en het Braassemer Meer. Maakt Halfweg niet, doch Lijnden wel, dan gebeurt natuurlijk het omgekeerde. Daardoor is bij Halfweg het chloorgehalte grooter dan te Nieuwe Meer en hier dan te Schiphol, hoewel schommelingen optreden, als beide machines werken. Eene dergelijke verhouding, doch minder sterk, bestaat tusschen Cruquius en Spaarndam.

4°. Het Grachtwater in Leiden en Den Haag. Zooals te verwachten, neemt dit sterk toe in chloorgehalte. Het versche water voor Leiden bevat soms niet meer dan 42 m. G., doch kan stijgen tot 2646 m. G. Van hier tot Katwijk wordt het natuurlijk weder verdund door bijmenging met minder verontreinigd polderwater, maar kan toch nog 800 m. G. bevatten. Soms trouwens daalt het tot 146 m. G. bij veel regenval en spuiing te Katwijk.

Dergelijke verschijnselen worden ook bij de Haagsche Waterverschering waargenomen. Uit de Nieuwe Maas wordt zoet water

ingelaten met een gehalte van 21, 46 tot 106, bij hooge uitzondering met 440 m. G. toen de sluis *te lang* bij opkomenden vloed werd opgehouden. Er kwam toen rivierwater naar binnen, dat reeds eenigszins met zeewater was vermengd. Het Spuikanaal te Scheveningen, dat het gemiddelde gehalte aangeeft der Haagsche grachten, bevatte tot 503 m. G., doch soms ook niet meer dan 60 m. G., na krachtige spuiing.

5°. Eigenaardig zijn ook de cijfers van de boring te Sneek van 1886, die ik te danken heb aan de welwillendheid van wijlen den heer J. W. Stous Slood, hoofdingenieur der S. S. Het water van 45 M. — A.P. werd van 26 tot 31 Juli dagelijks onderzocht en daarin werden gevonden 3110, 5113, 5454, 5626, 5817 en 5824 m. G. *Cl* per L. Strekten deze cijfers zich over eenen langeren termijn dan slechts ééne week uit, dan zoude men, uit het regelmatigte verzilten, tot een gemakkelijk toevloeien van Zuiderzeewater mogen besluiten. Thans schijnt de termijn mij tot deze gevolgtrekking wel wat kort. Tevens werd hier door metingen aangetoond, dat de geringe wisselingen van waterstand in de boorbuis buiten verband staan met de getijden in de Zuiderzee, waargenomen te Stavoren.

In N. W. België is het binnendringen van zeewater in den ondergrond evenmin een onbekend verschijnsel, waaromtrent n°. 13 eenige cijfers mededeelt.

In Ostende werd op 300 M. diepte 827, later 1038 m. G. *Cl* in het water aangetoond, te Blankenberghe, op 240 M., zelfs 2580. Te Tamsche (Tamise) aan de Schelde, 162 m. G. en te Antwerpen, op 87 M. 256 m. G. en op 165 M. in twee boringen 1821 en 1416 m. G.

In de zesde plaats wil ik de tabel aanhalen om te bewijzen, dat, *ter verklaring van het zoutgehalte* onzer vier staalwaterbronnen, bijzondere hypothesen, als van wijlen Dr. T. C. Winkler, geheel overbodig zijn. Een verondersteld indringen, zelfs van Zuiderzeewater (6000 m. G.), is daartoe voldoende, want de zoutrijkste van het viertal, de Elisabeth-bron bij Zaandam, heeft slechts 3776 m. G. *Cl*, dus nog geen $\frac{2}{3}$ van het Zuiderzeewater. Over de andere bestanddeelen spreek ik later.

Ten slotte kwam het mij wenschelijk voor, op de plaat, in fig. I eene aanschouwelijke voorstelling te geven van het toenemen van het zoutgehalte met de diepte. De beide boringen van Sloten en

Diemerbrug zijn daartoe het meest geschikt, omdat slechts van deze geregeld monsters water van verschillende diepte onderzocht zijn geworden. In de figuur stelt 1 m. M. in de ordinaten (vertikalen) 1,5 M. diepte — A.P. voor en in de abscissen aan 100 m. G. Cl per L.; de volgnummers beantwoorden aan de hier aangegeven diepten en gehalten.

A. 1—8. Boringen in Amsterdam.

1. Bicker's Eiland, 38 M. — A.P., 245 m. G.
2. Luthersche Weeshuis, 51,3 M., 700 m. G. (gemiddelde).
3. Passeerdergracht, 56 M., 897 m. G.
4. Noordermarkt, 57 M., 560 m. G. (gemiddelde).
5. Kristalijsfabriek, 75 M., 2460 m. G. (gemiddelde).
6. Amstelbrouwerij, 94 M., 2687 m. G.
7. Nieuwe Markt, 150 M., 3860 m. G.
8. Idem, 4607 m. G.

B. 9—20. Boringen te Sloten.

- | | |
|--|-----------------------|
| 9. 1,10 M. — A.P. (polderwater), 603 m. G. | |
| 10. 27 M. 74 m. G. | 16. 123 M. 7852 m. G. |
| 11. 35 M. 42 m. G. | 17. 139 M. 7668 m. G. |
| 12. 48 M. 50 m. G. | 18. 162 M. 6674 m. G. |
| 13. 59 M. 678 m. G. | 19. 150 M. 8520 m. G. |
| 14. 70 M. 3763 m. G. | 20. 200 M. 9416 m. G. |
| 15. 80 M. 5538 m. G. | |

C. 21—36. Boring te Diemerbrug.

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| 21. 33 M. — A.P. 1250 m. G. | 29. 211 M. 2627 m. G. |
| 22. 53 M. 3008 m. G. | 30. 237 M. 1250 m. G. |
| 23. 73 M. 2060 m. G. | 31. 249 M. 1192 m. G. |
| 24. 97 M. 5054 m. G. | 32. 259 M. 1260 m. G. |
| 25. 122 M. 5218 m. G. | 33. 269 M. 1455 m. G. |
| 26. 140 M. 6613 m. G. | 34. 289 M. 2060 m. G. |
| 27. 161 M. 6958 m. G. | 35. 323 M. 3124 m. G. |
| 28. 185 M. 7394 m. G. | 36. 334 M. 3479 m. G. |

Ter betere vergelijking heb ik nog eene hulpordinaat getrokken, voorstellende 6000 m. G., als gemiddeld Zuiderzeewater (Z.W. hoek).

Aan welke oorzaak het onregelmatige beloop dezer lijnen moet

toegeschreven worden, is voorloopig nog een raadsel. Zoo daalt onder Diemerbrug, van 185 tot 249 M. — A.P., het chloorgehalte zelfs van 7394 tot 1192 m. G., dus tot een zesde. De opeenvolging der grondsoorten heldert het raadsel niet op.

Tevens ziet men hoe, boven 75 M. — A.P., de lijn voor Amsterdam het midden houdt tusschen de beide anderen, op grooter diepte (ten minste tot 150 M.) is de toestand onder de stad het gunstigst.

Oogenschijnlijk heeft gene lijn eene neiging zich naar rechts te verplaatsen, dus tot die van Diemerbrug te naderen. Onder B. E. was het water eerst „drinkbaar”, later „onbruikbaar” (dat zulks door toenemend zoutgehalte wordt veroorzaakt, is evenwel niet gebleken). In 1885 had K. IJ. een gehalte van 2330, in 1887 van 2591; in N. M. gaf eene oudere bepaling 3860, eene latere 4607. Intusschen was in L. W., na 6 weken tusschenruimte, de verplaatsing in anderen zin, zoodat bespiegelingen over deze zaak tot voorzichtigheid manen.

In elk geval geven de drie lijnen een aanschouwelijk beeld van de grilligheid der watercirculatie in den ondergrond en daarmede is reeds iets verkregen.

HOOFDSTUK II.

Onze Staalwaterbronnen.

Sedert lang is het bekend, dat bronwater niet zelden ijzerhoudend is, een groot ongerief voor het rechtstreeksche gebruik. *Bepaalde staalwaterbronnen*, die in het groot ontgonnen worden, dagteekenen eerst van de laatste jaren en zijn vier in aantal.

De oudste en meest bekende, ook op financiëel gebied, is de Wilhelmina-bron (W) in de Haarlemmermeerdroogmakerij, niet ver van Halfweg, op de plaats van het vroegere „Spieringmeer”. Hare geschiedenis luidt als volgt (11, 12 en 22):

In 1853 kwam de bodem droog, het volgende jaar werd op de plaats der tegenwoordige bron een boerderij gebouwd en daarnaast een welput gegraven. Op 7 M. diepte gekomen, stak de arbeider zijne spade in den grond, om te gaan rusten, doch daarvan kwam niet veel, want opeens volgde een knal als van een kanonschot (?) en een hevige waterstraal spoot tot boven het maaiveld. De omtrek werd overstroomd en eerst na veel moeite slaagde men er in

de bron te bedwingen, door de put te dekken met een gemetseld gewelf, waarin eene ijzeren buis, die het overtollige water voerde in eenen steenen bak en van daar door eenen houten koker in de naburige sloot.

In 1856 maakte de bekende Mr. J. P. Amersfoordt in eene lezing te Amsterdam nog opmerkzaam op den ijzeroker in sommige sloten der droogmakerij, doch daarna bleef de zaak ongeveer 30 jaren rusten.

In Januari 1884 toch wandelde de heer Veenendaal uit Haarlem langs de boerderij van den heer Dyserinck, waar zich de bron bevindt en die deswegen is omgedoopt in „D'Yser-Inck”.

Getroffen door het ijzergehalte in de sloten, kwam hij er terug met den apotheker C. G. Looimeijer, die eene voorloopige analyse maakte. Daarop volgden de gebruikelijke besprekingen, die twee jaren in beslag namen; in October 1887 werd de volledige analyse van het water door Prof. Gunning te Amsterdam ingeleverd en zoo kreeg de zaak gaandeweg haar beslag. Sedert 35 jaren loopt de bron zonder ophouden en zonder wijziging in smaak, samenstelling of temperatuur, die steeds 11° C. bedraagt. Het water welt op tot 1,5 M. boven het maaiveld, de dagelijksche opbrengst bedraagt 40000 L., evenals van eene, tot 30—35 M. — A.P. ingeslagen, nortonbuis in de nabijheid. Naburige nortonbronnen, die dus vermoedelijk minder diep reiken, bevatten geen of weinig ijzer en hebben geene standvastige temperatuur.

In leeftijd volgt thans de Oranje-Nassau-bron te Vlaardingen, op het terrein van den heer A. W. Schippers aan het Oosterhoofd bij de Maas.

Men wilde hier eene gewone nortonbuis slaan en bereikte op ongeveer 26 M. — A.P. eene 4 M. dikke grindlaag, waaruit brak ijzerhoudend water te voorschijn kwam, dat in 1890 door Dr. Bonno van Dijken te Rotterdam werd geanalyseerd. Bacteriën werden niet aangetroffen, doch wel eenig brongas. Uit zich zelf welt het tot ongeveer A.P. op en moet dus voortdurend opgepompt worden. Sedert Maart 1896 leveren 4 nortonbuizen te samen ongeveer 6000 L. per etmaal op, waaraan, evenals bij de andere bronnen, voor de verzending koolzuur wordt toegevoegd.

Waarschijnlijk was er vroeger in de onmiddellijke nabijheid eene natuurlijke gasbron, hoewel dit nooit opzettelijk is onderzocht. In eene sloot, die nu gedempt is, welden voortdurend gasbellen met eenig water op. In de droogste zomers was zij nooit droog en evenmin bevroor het water 's winters dan na zeer felle koude.

De Czaar-Peter-bron te Zaandam dagteekent van het jaar 1892

(Zaanlandsch Nieuws- en Advertentieblad van 8 Juni 1894). In dit jaar werd, op het terrein der stoomwasscherij van de firma Latenstein & Van de Stadt, eene nortonbuis geslagen om voedingswater voor den stoomketel te verkrijgen. Tot 44,70 M. — A.P. werd doorgedrongen, maar, in plaats van zoet-, werd brak-ijzerhoudend water verkregen. De eigenaars zagen onmiddellijk het voordeel van deze teleurstelling in en besloten tot exploitatie der nieuwe staalwaterbron. Eerst werd eene voorloopige, daarna eene volledige scheikundige analyse verricht door de heeren Dr. Van Hamel Roos en Harmens te Amsterdam.

Het water *welt* hier *niet op*, evenmin als te Vlaardingen, omdat de grond daarvoor te hoog ligt (30 c.M. + A.P.); het bereikt slechts 1,80 M. — A.P. in de buis en moet dus opgepompt worden.

De jongste van het viertal, de Elisabeth-bron op de Gretha-hoeve (vroeger „Overflakke”) in den Zaandammer-Polder van het droog-gemaakte IJ, dagteekent van 1895. Door de bekende firma Deseniss & Jacobi te Hamburg werd daar eene 34 M. diepe boring verricht. In 1896 is door den ingenieur H. P. N. Halbertsma in Den Haag eene tweede buis ingeslagen, die met de andere 8000 L. per uur oplevert, van 28—30 M. — A.P., zonder dat de hoeveelheid vermindert. Het scheikundig onderzoek werd in 1897 verricht door de heeren Dr. G. Hondius Boldingh en Dr. J. K. van der Heide te Amsterdam. Het bacteriologisch onderzoek van den heer A. Klein toonde enkele bacteriën aan.

Ook hier zoude, door de lage ligging, het water opwellen. Het wordt echter opgepompt, ten einde het van de lucht afgesloten te houden. Volgens den heer Lankelma bevat het brongas.

Van deze laatste boring ontving ik de grondsoorten van den heer Halbertsma ten geschenke en kan dus de beschrijving hier laten volgen.

(Plaat, fig. VIII).

- I. Oppervlakte = 0,45 M. — 2,45 M. — A.P. Donkerbruine zware *klei* met rietwortels. In de laatste eeuwen afgezet.
- II. 2,45—4,75 M. — A.P. Bruin *veen* met zeer duidelijke plantenoverblijfselen.
- III. 4,75—6,45 M. Zanderige, donkergrijze (blauwe) *oude zeelei*.
- IV. 6,45—8,95 M. Zandige *zavel* (0,1 m.M. en kleiner).
- V. 8,95—12,45 M. *Fijn*, zeer weinig kleihoudend *zand* (0,2 m.M.), met veel zwarte korrels.

- VI. 12,45—12,95 M. *Fijn*, kleihoudend *zand*, grover dan het vorige (0,2—0,5 m.M.). Vele schelpen, uitsluitend levende soorten: *Mytilus edulis*, *Cardium edule*, *Scrobicularia piperita*, *Hydrobia ulvae*, *Littorina littorea*. Dus nog oud-alluvium.
- VII. 12,95—16,95 M. Bruin *zand*, *fijner* dan het vorige (0,1—0,2 m.M., en daarboven, zelden > 0,5 m.M.). Alle korrels volkomen afgerond, klei- en schelpvrij. Veel donkere korrels.
- VIII. 16,95—18,25 M. Hetzelfde *fijne zand*, maar ruwkorreliger, lichtgrijs, kleihoudend.
- IX. 18,25—19,15 M. Lichtgrijze, zanderige, kruimelige *klei*.
- X. 19,15—21,45 M. *Fijn zand* als VIII, maar niet kleihoudend.

Marien Zanddiluvium. Eemstelsel.

- XI. 21,45—27,45 M. Lichtbont, matig *grof zand*, enkele kwartskorrels tot 1 m.M. Veel kleine, donkere korrels. Brokstukken en gave schelpjes, *Cardium edule* en *Lucina arcuata* (met *Cerithium reticulatum* de meest kenmerkende soort van het Eemstelsel).
- XII. 27,45—29,45 M. *Fijn*, lichtbont *zand* (vrij veel korrels van 0,5 m.M., enkele daarboven). Lichtbruin, geene schelpjes.
- XIII. 29,45—33,65 M. *Zeer grof zand*, met korrels tot 7 m.M. van kwarts, toetssteen, vuursteen. Goed herkenbare brokstukken van *Mytilus edulis*, *Cardium edule*, *Tapes virginicus*, *Tellina Balthica*, *Mactra solida*.
- XIV. 33,65—34,65 M. *Grof*, lichtbont *zand*, fijner dan het vorige, korrels dikwijls tot 1 m.M., zelden daarboven. Enkele brokstukjes van *Mytilus edulis* en *Cardium edule*.

Vergelijken wij deze boring met die van 1869, welke uitkomsten in de „Mededeelingen 25” zijn opgenomen, dan blijkt daaruit:

1°. De mindere dikte der *jongere zeelei* binnensdijks, veroorzaakt door de mindere verwoesting der groote veenlaag. Grens 0,8 M. tegen 2,45 M. — A.P.

2°. De diepere ligging van den veenonderkant in het IJ. 4,75 M. tegen 1,05 M. — A.P., zoodat vóór de veenvorming de toestand juist omgekeerd was als daarna.

3°. Ook de *oude zeelei* gaat in den IJpolder dieper door, 6,45 M. tegen 5,5 M. — A.P.

4°. Van een „veen op grootere diepte” (10—13,5 M. — A.P. onder Zaandam) is in den Zaandammer-Polder geene sprake, het is hier door oud zeezand vervangen.

5°. In het zeezand boven het Eemstelsel komt onder de bron eene veel dünnere kleilaag voor (18—19 M. — A.P.) dan onder Zaandam (hoogstens 16—19 M.)

6°. Ik heb onder de Elisabeth-bron het Eemstelsel laten aanvangen op 21,5 M., onder Zaandam op 19 M. — A.P., misschien begint het hier in werkelijkheid ook iets dieper.

7°. Waarschijnlijk is in den Polder op 34,5 M. — A.P. de grens van het Eemstelsel nog niet bereikt. Hier was van „horentjes” geene sprake, zooals onder Zaandam. Het aantal schelpbrokstukken was in gene boring trouwens zeer gering.

Gaan wij thans de eigenschappen onzer vier staalbronnen na.

In de eerste plaats is de diepte, waarop het water wordt aangetroffen, zeer matig. Het diepst is de Czaar-Peter-bron te Zaandam (P) van 44,7 M. — A.P. Daarop volgen de Wilhelmina-bron in de Haarlemmermeer (W), vermoedelijk van 30—35 M., de Elisabeth-bron (E), van 28—30 M. en de Oranje-Nassau-bron te Vlaardingen (O) van 28 M. — A.P. P. ontvangt het water misschien uit het Grinddiluvium (Mededeelingen 25, bladz. 20), W en E zeker uit het grove zand van het Eemstelsel, terwijl in O waarschijnlijk sprake is van alluviaal grof zand.

In de tweede plaats het zoutgehalte, waaromtrent, in hoofdstuk I reeds het noodige gezegd is. Dat brak water op de eene plaats op geringere diepte optreedt dan op de andere, is iets, dat men vooraf kon verwachten.

In de derde plaats het ijzergehalte, dat evenmin moeite oplevert ter verklaring, daar het in onzen bodem zeer grillig verspreid schijnt te zijn. Reeds Staring wees er op, dat soms het water van de eene boring bruikbaar is, dat van eene andere, op weinige hectometers afstand, *om het ijzergehalte* onbruikbaar.

In de vierde en voornaamste plaats komt thans de verdere scheikundige samenstelling ter sprake van de vier staalwateren, het water van Sloten op 200 M. — A.P., het meest zoute van onzen bodem, en het Noordzeewater zelf.

De hier volgende vier eerste opgaven zijn verstrekt door de brondirecties zelven, op fleschetiketten of in kleine reclamebrochures.

Oranje-Nassau-bron te Vlaardingen (O), onderzocht door Dr. Bonno van Dijken te Rotterdam.

Ferrobicarbonaat 157,5; Natriumchloride 2124; Calciumbicarbonaat 1004; Kaliumchloride 154; Magnesiumchloride 165; Aluminiumchloride 36; Ammoniumchloride 12; Kieselzuur 20; Zwavelzuur spoor.

Czaar-Peter-bron te Zaandam (P), onderzocht door de heeren Dr. Van Hamel Roos en Harmens te Amsterdam.

Ferrobicarbonaat 141; Natriumchloride 2706; Chloor 2282; Magnesia (MgO) 240; Kalk (CaO) 483; Kali (KHO) 36; Ammonia (NH^3) 6; Kieselzuur 40; Zwavelzuur ontbreekt.

Wilhelmina-bron in de Haarlemmermeerdroogmakerij (W), onderzocht door Dr. J. W. Gunning te Amsterdam.

Ferrobicarbonaat 111; Natriumchloride 3244,5; Kaliumchloride 56,5; Lithiumchloride 5; Magnesiumchloride 5; Calciumchloride 730; Magnesiumbromide 5; Magnesiumbicarbonaat 8; Calciumbicarbonaat 772; Calciumsulfaat 149; Kieselzuur 28.

Elisabeth-bron in den Zaandammer Polder van het drooggemaakte IJ (E), onderzocht door Dr. G. Hondius Boldingh en Dr. J. K. van der Heide te Amsterdam.

Ferrobicarbonaat 114,5; Natriumchloride 4034; Chloor 3755; Magnesia (MgO) 288; Kalk (CaO) 423; Aluinaarde (Al^2O^3) 7; Ammonia (NH^3) 1,6; Kali (KHO) 46; Kieselzuur 42 m. G.

Sloten op 200 M. — A.P. (S), onderzocht door den heer Van der Sleen te Haarlem.

Natriumchloride 12600; Kaliumchloride 1410; Calciumchloride 245; Magnesiumchloride 1234; Aluminiumchloride 21; Calciumcarbonaat 159; Calciumsulfaat 1790; Kieselzuur 28.

Noordzeewater, onderzocht door Forchammer (n°. 6).

Natriumchloride 24840; Kaliumchloride 1350; Magnesiumchloride 2420; Magnesiumsulfaat 2060; Calciumsulfaat 1200.

Zooals men ziet, zijn deze opgaven voor eene onderlinge vergelijking ongeschikt, zij moeten eerst tot gelijksoortige verbindingen ongerekend worden, zooals in de eerstvolgende tabel.

Ik heb daarbij aangenomen, dat het chloorgehalte van het zee-water, bij zijne reis door den ondergrond geene verandering ondergaat, behoudens de aanlenging met zoet water.

Voor zeewater aannemende het ronde cijfer van 18000 m. G. *Cl* per Liter, ziet men dat O met 1522 m. G. *Cl* beantwoordt aan 8,45 % zeewater; P met 2282 m. G., aan 12,7 %; W met 3011 m. G., aan 16,7 %; E met 3776 m. G., aan 21 % en S met 9416 m. G., aan 52,3 %.

Naam.	<i>Cl</i>	<i>K²O</i>	<i>CaO</i>	<i>MgO</i>	<i>SO³</i>
O.	1522	97	347	70	Spoor
8,45 % Z.	1522	72	40	144	176
P.	2282	35,5	482	240	0
12,7 % Z.	2282	108	63	217	264
W.	3011	35,5	696	308	88
16,7 % Z.	3011	142	82,5	285	347
E.	3755	383	423	288	0
21 % Z.	3755	179	104	358	437
S.	9386	889	826	922	3043
52,3 % Z.	9386	446	258	892	1087
Noordzee.	18000	852	494	1706	2079

Eene nadere vergelijking is thans mogelijk, toegelicht door eene grafische voorstelling in de figuren II—VI der plaat. In elke zijn op de ordinaten de gehalten der tabel voorgesteld, waarbij 1 m.M. beantwoordt aan 200 m. G. chloor en aan 20 m. G. *K²O*, *Ca O*, *Mg O* of *SO³* per L. De toppen dezer ordinaten zijn voor het gemak der voorstelling door lijnen vereenigd, *getrokken* voor de feitelijk onderzochte, *gebroken* voor de theoretisch berekende brakke wateren. Het was daarbij niet te vermijden, dat eene lijn van fig. VI een eind door fig. V werd heengetrokken. Veel storen zal zulks wel niet.

Fig. II heeft betrekking op de Oranje-Nassau-bron, III op de Czaar-Peter-bron, IV op de Wilhelmina-bron, V op de Elisabeth-bron, VI op Sloten, terwijl de ongepaarde lijn de samenstelling van het gewone Noordzeewater weergeeft. Plaat en tabel zijn dus gemakkelijk te vergelijken en daarbij blijkt, dat:

1°. Het *zwavelzuur* bij 3 staalwateren verdwenen, bij 1 sterk verminderd, bij Sloten sterk toegenomen is.

2°. het *kali* (of chloorkalium)-gehalte in twee staalwateren afgenomen, in twee andere en bij Sloten sterk toegenomen is. Intusschen is de bepaling van *K.*, in tegenwoordigheid van zooveel *Na*, lang geene gemakkelijke zaak, zoodat aan *dit* uiteenloopen vooralsnog niet te veel gewicht moet gehecht worden. Toch blijven de verschillen nog al aanzienlijk!

3°. De *kalk* in de vijf watersoorten sterk is toegenomen.

4°. De *magnesia* te Sloten en bij twee staalwateren nagenoeg onveranderd is gebleven, in de beide andere vrij sterk is afgenomen. Ik kom daarop terug in hoofdstuk IV.

Om in dezen doolhof den weg te vinden, zijn meer analyses van *brakke* bronwateren zeer gewenscht, mits zij vollediger zijn dan de conventionele bepalingen van chloor, hardheid en reduceerend vermogen. Ik wil daarom in deze beschouwingen nog opnemen de watersoorten der boringen van Sloten (n°. 9) en van Diemerbrug (n°. 10). De analyses der laatste zijn niet in het licht gegeven, doch werden mij bereidwillig verstrekt door den Kapitein-Ingenieur P. Kleynhens, onder wiens leiding de boring geschiedde. Bepalingen van het kaligehalte zijn daarbij niet verricht.

De thans volgende lijst behoeft wel geene verklaring, na vergelijking met de voorafgaande.

Water te Sloten.

Diepte — A.P.	‰ zeewater.	Cl	CaO	MgO	SO ³
70		3763	928	183	322
	21,5	3763	106,2	366,8	447
139		7668	664	216	747
	43,4	7668	214	740	903
200		9386	826	922	3043
	52,3	9386	258	592	1087

Water te Diemerbrug.

33		1249	801	91	4
	7,1	1249	35	121	148
53		3007	682	177	136,5
	17,16	3007	85	293	149
72,6		2059	324	48	211
	11,75	2059	58	200,5	244
97,10		5054	781	62	370
	28,83	5054	142	492	600
122,5		5218	802	108	396,5
	29,77	5218	147,5	508	618
140,4		6603	1046	109	424
	37,67	6603	186	643	783,5

Diepte — A.P.	% zcewater.	<i>Cl</i>	<i>CaO</i>	<i>MgO</i>	<i>SO³</i>
160,8		6958	852	63	509
	39,7	6958	196	677	826
184,7		7394	956	84	567
	42,2	7394	208,5	720	878
211,2		2627	458	80	271
	15	2627	74	256	312
237,4		1250	352	109	65
	7,13	1250	35	122	148
249,1		1192	220	62	5,4
	6,8	1192	34	116	141
259		1260	252	84	5
	7,19	1260	35,5	123	149,5
269		1455	230	98	4
	8,3	1455	41	142	173
289,5		2059	209	94,5	82
	11,75	2059	58	200,5	244
323,4		3124	78	24	17
	17,8	3124	88	304	370
334,3		3479	84	43	45
	19,85	3479	98	339	413

Uit beide laatste tabellen ziet men onmiddellijk, dat het brakke bodemwater toch nog iets anders is dan verdund zeewater alleen, doch niet in hoeverre bij deze verandering eenige regelmatigheid in het spel is. Om hiertoe te geraken, heb ik berekend hoeveel percent CaO , MgO of SO^3 er telkens voorhanden is van de hoeveelheid, die men zoude mogen verwachten. Zoo stemt, bijv. het water van 211,2 M. — A.P. onder Diemerbrug, *op grond van het chloorgehalte* van 2627 m. G. per L., overeen met brak water, dat 15 % Noordzeewater bevat. Het zoude dan echter 74 m. G. CaO per L. moeten bevatten, maar in plaats daarvan geeft de analyse aan 458 m. G., wat gelijk staat aan 619 %.

Aldus verkrijg ik de volgende lijst.

Oorsprong.	Brakheid.	CaO	MgO	SO^3
Oranje-Nassau.....	8,68 %	807	47	Spoor
Czaar-Peter	13 %	753	108	0
Wilhelmina	17 %	840	106	22
Elisabeth	21,2 %	400	79	0
Sloten 70 M.	21,5 %	874	49	72
„ 139 M.	43,4 %	310	29	83
„ 200 M.	52,3 %	320	103	280
Diemerbrug 33 M. . . .	7,1 %	2288	75,5	2,5
„ 53 „	17,16 %	804	60	91
„ 73 „	11,75 %	559	24	90
„ 97 M.	28,83 %	549	13	62
„ 122 „	29,77 %	543	21	63
„ 140 „	37,67 %	562	17	54
„ 161 „	39,7 %	435	9	62
„ 185 „	42,2 %	460	12	65
„ 211 „	15 %	619	31	87
„ 237 „	7,13 %	1006	90	44
„ 249 „	6,8 %	655	53	4
„ 259 „	7,19 %	710	67	3
„ 269 „	8,3 %	560	69	2
„ 289 „	11,75 %	360	47	33
„ 323 „	17,8 %	89	8	4,5
„ 334 „	19,85 %	86	13	11

Men ziet aanstonds, dat er bijna altijd een zeer belangrijk *over-*

schot is aan CaO , het gemiddelde van 16 monsters van Diemerbrug bedroeg 642 ‰.

Slechts bij uitzondering is er eene toename van het MgO gehalte (1, 6 of 8 ‰), die zich allicht uit reken- of andere fouten bij de bepaling laat verklaren. Als regel vertoont de magnesia een belangrijk *tekort*, gemiddeld van 62 ‰.

Hetzelfde geldt van het zwavelzuur, gemiddeld van 57,5 ‰; slechts eene enkele maal was er een overschot van 173 ‰, dat bijna gedekt is door een overschot van 136 ‰ van kalk.

Van een en ander geef ik, in fig. VII der plaat, eene aanschouwelijke voorstelling. Op de ordinaten zijn, voor S. en D., weder de diepten aangegeven (1 m.M. = $1\frac{1}{2}$ M.), op de abscissen de percentages, en wel voor CaO met 1 m.M. = 20 ‰, voor MgO en SO^3 met 1 m.M. = 2 ‰.

De toppen der abscissen zijn door eene getrokken lijn vereenigd voor CaO , door eene streepjeslijn voor MgO en door eene streepjespuntjes lijn voor SO^3 .

Bovenvermelde zeer groote hoeveelheid SO^3 , op 200 M. — A.P. onder Sloten, valt onmiddellijk in het oog, evenzoo het gehalte van 2288 ‰ CaO op 33 M. — A.P. onder Diemerbrug.

In de grafische lijnen voor Diemerbrug houden kalk en magnesia elkander beter gezelschap dan het zwavelzuur. Op 237 M. hebben beiden een maximum, SO^3 reeds op 211 M. Met toenemende diepte naderen de drie lijnen tot elkander en op 323 M. is zelfs de kalk beneden pari gedaald.

Ook ziet men, dat de drie krommen van figuur VII convergeeren met die van fig. I (voor Diemerbrug) en wel tot 211—237 meter. Men zoude geneigd zijn daaruit af te leiden, dat eene minder brakke watersoort in den bodem minder aan veranderingen onderhevig is dan eene meer brakke.

Ook op 50—75 M. ziet men eene dergelijke, maar zwakkere convergentie en op 97—185 M. — A.P. eene divergentie.

Hoe voorzichtig men echter moet zijn met het maken van gevolgtrekkingen, blijkt uit de beschouwing der krommen voor Sloten, die eerder de gedachte opwekken aan een analoog beloop.

Ik bepaal mij thans tot de eenvoudige vermelding der feiten, om in hoofdstuk IV de mogelijke oorzaken van al deze scheikundige veranderingen ter sprake te brengen.

HOOFDSTUK III.

Onze alkalische Bodemwateren.

Mag men het bestaan van brakke en van ijzerhoudende wateren in onzen bodem als algemeen bekend beschouwen, zoo kan hetzelfde niet gezegd worden van de categorie, die ons thans bezig houdt. Zij zijn trouwens van veel minder belang, daar zij noch nuttig (om *deze* eigenschap), noch schadelijk of zelfs lastig zijn.

In 1895 analyseerde Dr. Boeke het water eener gasbron in den Beemster (*a*). In 1897 en '98 verplichtte Prof. Bakhuis Rooseboom te Amsterdam mij ten zeerste met een drietal andere analyses te laten maken: *b*. van Aalsmeer, *c*. van Oudshoorn en *d*. van Kralingen (Prins-Alexander-polder) bij Rotterdam.

Het gehalte aan de voornaamste bestanddeelen bedraagt, in milligrammen per liter:

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
<i>K Cl</i>	25,5		387,9	
<i>K² CO³</i>		48		26,4
<i>Na Cl</i>	707	92	1559,9	29
<i>Na² CO³</i>	548		455,6	26,6
<i>Ca CO³</i>	144	180	41	251,4
<i>Mg CO³</i>	199	54	178,9	41,6
<i>Fe CO³</i>		92	50,7	73,5
<i>N² O³</i>			0	0
<i>N² O⁵</i>		0	0	0
<i>NH³</i>		+	2,6	+
<i>S O³</i>	0	0	0	0
<i>P² O⁵</i>	80	0	0	+
<i>Si O²</i>			} 44,4	4,6
<i>Al² O³</i>				
Org. stof	152	50	172	182
	1855,5	516	2893	635,1

b. Overvloedig vrij *CO²* in oplossing.

c. 972,8 m. G. per L. vrij koolzuur.

d. 418 m. G. per L. vrij koolzuur.

Van deze bicarbonaten is dat van calcium zoo algemeen verspreid, dat het geen bijzonder belang inboezemt; anders staat het met de drie andere carbonaten, vooral die der alkaliën.

Ook in het naburige België zijn alkalische bodemwateren aangetoond, waaromtrent Rutot en Van den Broeck (in n°. 13) eenige cijfers mededeelen, die ik in het volgende staatje wedergeef.

Plaats.	Diepte.	m. G. Na^2CO^3
Willebroeck bij Mechelen	55 M.	705
Idem	Idem.	728
Antwerpen	165 M.	860
Idem, andere put	Idem.	1010
Idem, derde put	87 M.	1160
Mechelen	90 M.	1155
Ostende, 1860	300 M.	1224
Idem, later	Idem.	1302
Temsche (Tamise)	80 M.	2020

Al deze cijfers overtreffen dus belangrijk die onzer Nederlandsche bodemwateren.

Ook in vasten toestand, als mineralen, komen natron-carbonaten in de natuur voor, hoewel zeldzaam en uitsluitend in droge streken. Zoo vormt *Thermonatriet* — Na^2CO^3 , aq. — dunne korsten aan de aardoppervlakte, *Natron* — Na^2CO^3 , 10 aq. — scheidt zich af bij het indrogen van Egyptische sodamceren, *Trona* — Na^2CO^3 , $NaHCO^3$, 2 aq. — vormt in Fezzan dunne korsten op den bodem, in de nabijheid van zoutmeeren, en wordt ook in Hongarije, Venezuela en Californië aangetroffen.

Voor zooverre mij bekend is, werd eene theoretische verklaring van het ontstaan dezer alkalische wateren *in onze streken* nog niet beproefd. Wel is zulks daarentegen het geval met de hier vermelde mineralen, en wij moeten ons dus voorloopig daarmee tevreden stellen. Ik geef er echter de voorkeur aan, al deze verklaringen in een volgend hoofdstuk te behandelen.

HOOFDSTUK IV.

Theoretische Verklaring van de scheikundige
Wijzigingen onzer Bodemwateren.

Ik wil beginnen met de voortzetting van het laatste hoofdstuk, dus met het optreden van natriumcarbonaat *als mineraal*.

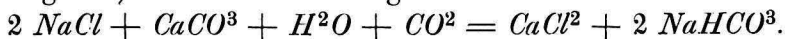
Sedert 1850 hebben verschillende onderzoekers zich hiermede bezig gehouden, hunne meeningen komen op het volgende neer.

Szabó (n°. 1) zocht in 1850 de verklaring in de inwerking van calciumbicarbonaat in opgelosten toestand op natrium*silicaten* en kan dus verder buiten beschouwing blijven.

Waarschijnlijk is zulks ook het gaval met Roth (n°. 5), Tanatar (n°. 24) en ten deele Hilgaard (n°. 16), die Natrium*sulfaat* zich laten ontleden en gips neerslaan.

Verder komen wij daarentegen met de andere schrijvers, die van het beter beschikbare natrium*chloride*, het gewone keukenzout, uitgaan. Het zijn: Von Kvassay (n°. 4), Hilgaard (n°. 16), Treitz (n°. 29), en Schweinfurth en Lewin (n°. 31).

De eerste wees er in 1876 op, dat chloorkalium in kalkhoudenden bodem ontleed wordt, en nam aan, dat hetzelfde met chloornatrium zal gebeuren, hoewel minder intensief. Uitvoeriger is de tweede, die zijne theoretische verklaring door proeven staafde. In zeer verdunde oplossing (hoogstens 1‰) en in tegenwoordigheid van veel koolzuur, worden de alkali-(sulfaten en) chloriden door kalk (en magnesia) ontleed. In ons geval dus:



De derde kwam tot ongeveer dezelfde cijfers als Hilgaard en nam, o. a. aan eene zouthoudende bron in Hongarije, waar, dat het water, na 300 M. ver over eenen kalkhoudenden bodem gevloeid te hebben, nevens 0,17‰ *NaCl*, reeds 0,1‰ *Na²CO₃* bevatte.

Volgens Schweinfurth en Lewin (n°. 31), wordt de soda der Egyptische natronmeeren op tweëerlei wijze gevormd. Op 14,5 M. boven den spiegel der Middellandsche Zee trekt een gedeelte Nijlwater van den Rosette-arm in den bodem en legt eenen weg van 40 K. M. af, voordat het in het dal der natronmeeren weder te voorschijn treedt, die zich op 23,6 M. beneden den zeespiegel bevinden. Onderweg loogt het eenen (feitelijk aanwezigen) „Salzthon” (zouthoudende klei) uit. Het zoude nu, eerst met gips, daarna met kalksteen, eene dubbele ontleding aangegaan, waardoor achtereenvolgens *Na²SO₄* en *Na²CO₃* gevormd worden (m. i. kan de

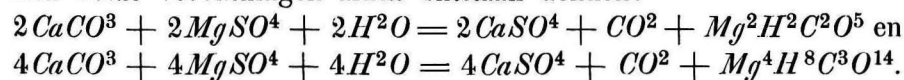
gips hier wel wegvallen!). Een kleiner gedeelte van het Na^2SO^4 zoude door den plantengroei in sommige der meeren gereduceerd worden tot Na^2S en dit door koolzuur omgezet tot Na^2CO^3 . Zoo inderdaad deze omzetting plaats heeft, is zij van weinig beteekenis, evenals de waargenomene ontwikkeling van zwavelwaterstof.

Nemen wij, met bovengenoemde schrijvers, hunne vormingswijze der soda aan, dan moet nog verklaard worden, hoe deze (ten deele ten minste) gescheiden wordt van het daarnaast optredende chloorcalcium. Von Kvassay laat de soda in den bodem omhoog trekken en aan de oppervlakte uitbloeien (effloresceeren), wat inderdaad gebeurt. Onbegrijpelijk is het evenwel, waarom het chloorcalcium in de diepte zoude zakken en daar (N. B.!) *witkristalliseeren!*

Treitz steunt zijne verklaring op feitelijke waarnemingen. Het oppervlaktewater is meermalen drinkbaar, bevat tot 1 % soda, benevens sporen van sulfaten, terwijl het grondwater geheel ondrinkbaar is, wegens zijn gehalte aan Na^2SO^4 en $NaCl$. Hier is dus reeds een vrij hoog gehalte (van 1 %) verkregen, wat de verklaring voor ons doel zeer aannemelijk maakt.

Vater (n°. 30) neemt eene ongelijke intensiteit aan, waarmede de zouten door de bestanddeelen van den bodem worden vastgehouden, dus eene ongelijke moleculaire aantrekking, en Hooker (in n°. 31) stelt „Osmotische Vorgänge” in zijnen dienst. Allicht spelen deze absorptieverschijnselen in het geheele vraagstuk de hoofdrol, waarop Prof. Van Bemmelen mij o. a. wees. Ik wensch mij daarin evenwel niet te verdiepen, doch zulks liever aan bepaalde scheikundigen over te laten, als die later eene ruimere hoeveelheid gegevens bijeengebracht hebben. Voor onzen bodem is het vraagstuk dus nog volstrekt niet opgelost.

Ik keer terug tot onze *brakke* bodemwateren, die bijna altijd een aanmerkelijk *magnesia*-tekort opleveren. Eene poging om dit te verklaren werd reeds door Prof. Dr. J. W. Gunning gewaagd (zie bladz. 17), tijdens de besprekingen over de Wilhelmina-bron. Volgens hem is het geoorloofd te denken aan de vorming van een onoplosbaar basisch carbonaat, $MgO^2H^2 + MgCO^3$ of $Mg^2H^2C^2O^5$, dat in *hoofdzaak* overeenstemt met het natuurlijke mineraal *Hydro-magnesiet*, $MgO^2H^2 \cdot 3 MgCO^3 \cdot 3 H^2O = Mg^4H^8C^3O^{14}$. Men kan zich beide verbindingen aldus ontstaan denken:



Aan calciumcarbonaat, in den vorm van jong-diluviale en van

alluviale schelpen, nu is in den bodem onzer zeeprovinciën geen gebrek. Aan hen kan tevens zonder bezwaar de overgrootte hoeveelheid kalk van sommige watersoorten worden toegeschreven.

Zeker komen echter ook hier verschillende absorptieverschijnselen in aanmerking (verg. bladz. 31). Het is toch bekend, dat de aardlagen, die met zoutoplossingen (chloruren en sulphaten van kalium, magnesium, calcium, natrium) in aanraking zijn, de kali het meest, daarna de magnesia en het minst de kalk en de natron onder basis-uitwisseling absorbeeren.

Minder gemakkelijk is daarentegen de groote overmaat aan *zwavelzuur* in enkele gevallen te verklaren, die trouwens zoo goed als geheel door kalk wordt gedekt. Het schijnt mij niet onredelijk toe, hier te denken aan de wederoplossing eener oude gipsafzetting, hoewel het bewijs daarvoor nog niet geleverd kan worden.

Het te kort aan zwavelzuur, soms van 100 %, is gemakkelijk te verklaren, ofschoon het zwavelzuur zelf niet door den bodem teruggehouden wordt. Immers geldt voor de sulfaten hetzelfde als voor de chloruren: van hunne oplossing wordt slechts de *basis* tot een zeker bedrag uitgewisseld met de basis der aarde. Doch de reductieverschijnselen in den bodem, door de organische stoffen voortgebracht, leggen de zwavel vast als zwavelijzer en als zwavel, zooals door vele onderzoekingen is uitgemaakt ¹⁾.

Intusschen is deze verklaring, van naderbij beschouwd, niet zoo eenvoudig als zij schijnt, tengevolge van de vraag of hier al dan niet organismen in het spel zijn. Aan de oppervlakte en in open water is zulks zeer zeker het geval, zooals door Beyerinck (23) is aangetoond. Daar wijst hij tevens (bladz. 2) op het feit, dat in Zuid-Holland de wateren, uit *diepe* lagen afkomstig, geheel vrij zijn van zwavelzuur. Men moet zich afvragen „si ce phénomène provient d'une réduction, *par l'action des bactéries*, des sulfates, entraînés *dans le sous-sol* ²⁾ par l'infiltration des eaux superficielles. S'il en est réellement ainsi, voici ce qui se passe dans les diverses couches du sol: 1° dans le voisinage de la surface, *partout du moins* ²⁾ où l'oxygène fera complètement défaut ³⁾ (le ferment

¹⁾ Zie voor deze vorming in Nederland: v. Bemmelen, Bijdragen tot de Kennis van den alluvialen Bodem in Nederland. Verhandelingen der Kon. Akad. v. Wetensch. 1886 blz. 64—67 en 69—72.

²⁾ Ik cursiveer!

³⁾ En zulks is in den regel in den ondergrond het geval!

sulfhydrique étant absolument anäerobie), il se formera de l'hydrogène sulfuré."

En op bladz. 45 „Enfin la question particulièrement importante, relative à la distribution du ferment dans le sol à la profondeur qu'il y atteint ¹⁾, celle de l'endroit, où la réduction des sulfates est complète, tout cela sont des problèmes non-encore résolus ¹⁾".

Nu is hier, wel is waar, uitsluitend sprake van *Spirillum desulfuricans* en verwante soorten, doch hetgeen van hunne levensvoorwaarden bekend wordt, zal zeker grootendeels toepasselijk zijn op andere anäeroben.

Het ligt zeer voor de hand deze bacteriënkwestie vast te knopen aan ééne andere, die er ten zeerste mede verwant is, en in n°. 32 werd ter sprake gebracht. Ontstaat het *brongas* al dan niet door invloed van bacteriën?

De heer Beyerinck zelf onderzocht herhaaldelijk het water, dat met *brongas* omhoog komt, bij het Bacteriologische Instituut der P. S. te Delft, maar bevond het steeds steriel. Dezelfde uitkomst verkreeg de heer Van der Sleen te Haarlem (9 en 21) bij het water, dat, van 27 M. — A.P. en dieper, te Sloten werd omhooggebracht.

Daarentegen bevatte dat van Diemerbrug (10 en 20) van 32,5 M. — A.P., volgens denzelfden onderzoeker, nog enkele bacteriën, dat van grootere diepte daarentegen niet.

Hierbij sluiten zich aan de uitkomsten door den Amsterdamschen bacterioloog, den heer A. Klein, verkregen. Hij vond in het water der Elisabeth-bron (zie bladz. 18) eenige bacteriën, evenzoo, en tot driemaal toe, in dat van 47 M. diepte onder het Dooeleplein te Purmerend (zelfs van tweëerlei soort). Daartegen bracht de heer Jürgens, apotheker aldaar, in, dat hij hetzelfde water meestal steriel had bevonden en meende, dat de wijze van opvang tot infectie aanleiding had gegeven, doch zulks werd door den heer Klein nadrukkelijk ontkend.

In het voorbijgaan wordt deze kwestie ter sprake gebracht door den heer Veeren (28), volgens wien lagen *grove grind* ongedeed door bacteriën kunnen doorgetrokken worden. Soms worden reeds op 2 M. diepte geene bacteriën meer aangetroffen, soms zelfs nog tot 6 M. diepte.

In den allerlaatsten tijd werden, door den Utrechtschen bacterioloog Dr. De Haan, onderzoekingen gedaan van water, dat in de buurt van Amsterdam van 45—50 M. diepte was opgepompt.

¹⁾ Ik cursiveer.

In 1 c.M.³ daarvan werden 48, in een tweede, 49 bacteriën aangetroffen, dus veel meer dan in de bovenvermelde gevallen. De mogelijkheid, dat aan eene verontreiniging met zakwater gedacht zoude kunnen worden, werd als zeer onwaarschijnlijk beschouwd, omdat er dan *veel meer* in het water zouden moeten zijn, vooral omdat onafgebroken gepompt werd. Eerder werd gedacht aan een medeslepen door de buitenlucht, die gelegenheid had in de afvoerbuis binnen te dringen. Met het oog hierop werd eene maand later, in Januari 1898, eene controleproef verricht en het water genomen uit een punt der leiding, waar waarschijnlijk geene lucht bij kon komen, toch werden in elk der twee onderzochte c.M.³ nog 20 bacteriën aangetoond, behoorende tot 5 verschillende soorten. Voor het oogenblik kon geen weg ter verontreiniging worden aangetoond, *misschien* zijn de bacteriën *werkelijk uit den bodem afkomstig*, hoewel dit, met het oog op de diepte, in hooge mate onwaarschijnlijk blijft.

In een gesprek ontkende Dr. Beyerinck bepaald, dat, met de tegenwoordige onderzoekingsmethoden, bacteriën in den bodem of in bodemwater op meer dan 3 M. diepte zijn aangetroffen. Echter achtte hij het volstrekt niet ondenkbaar, dat mettertijd, *door nieuwe methoden*, nog op grootere diepten anaëroben ontdekt zullen worden.

Op het oogenblik staan dus de kansen voor de brongas-bacteriën niet gunstig, zulks kan niet ontkend worden, doch er komt reeds van verschillende zijden twijfel op. Dit neemt echter niet weg, dat het verband tusschen veen en brongas niet twijfelachtig is, en evenmin, dat het er zeer naar uitziet, dat zich het brongas *door middel van bacteriën* ontwikkelt, na alles wat in de laatste jaren omtrent de werking dier kleinste organismen bekend is geworden.

Trouwens behoeft het veengistingsproces ook niet op diepten plaats te vinden, grooter dan 6 of 7 M., wat eveneens ten goede komt aan mijne hypothese. Van daar worden zij wellicht door het water naar grootere diepten medegevoerd en gaan natuurlijk hierbij de meesten te gronde.

Vooreerst is dus eene eindoplossing van de vraagstukken der brongas-ontwikkeling en zwavelzuur-reductie in den bodem nog niet te geven. Hetzelfde geldt van het ontstaan van het natriumcarbonaat en het verdwijnen van een gedeelte der magnesia, evenals van het optreden eener overgrootte hoeveelheid gips. Het best lijkt mij toe verdere onderzoekingen af te wachten; het thema is aan de orde gesteld en er is aangetoond, dat de stelling: „staalwater is gewijzigd, verdund zeewater” niet alleen verdere vragen niet afsnijdt, maar zelfs uitlokt.

ALGEMEEN OVERZICHT.

Ten gerieve mijner lezers en referenten wil ik dit opstel besluiten met een algemeen overzicht.

Als meest algemeene oorzaak van het brak zijn van bodemwater komt insijpeling van Noord- en Zuiderzeewater in aanmerking, verder van brakke boezemwateren. Het zoutgehalte van oude zecafzettingen, en het landwaarts verstuiven van zeewater zijn van ondergeschikte beteekenis. Eene lijst van *C* gehalten klimt op van 9 tot 9416 m. G. per L., die slechts door het Noordzeewater zelf, met 19000 m. G., wordt overtroffen.

Eene grafische voorstelling toont aan, hoe, bij de putboringen te Sloten en Diemerbrug bij Amsterdam, de toenamen van zoutgehalte en diepte niet voortdurend gelijken tred houden, maar door een (al of niet voorbijgaand) uiteenloopen gevolgd worden.

De vier staalwateren zijn als verdund zeewater te beschouwen, dat ijzer en kalk opgenomen, zwavelzuur en magnesia verloren heeft. Aan het magnesia-verlies, evenals aan het alkalisch zijn van brongaswater, is allicht de kalk der schelpen in onzen bodem schuldig.

De zwavelzuur-vermindering is het gevolg eener vastlegging na reductie en er is een zeer sterk vermoeden, dat deze reductie, evenals de ontwikkeling van brongas uit veen, het gevolg is van werkzaamheid van bacteriën. Voor de eindoplossing dezer vraagstukken zijn voortgezette onderzoekingen, van scheikundigen en bacteriologischen aard, noodzakelijk.

Utrecht, Maart 1899.

LITTERATUUROPGAVE.

1. 1850. Joseph Szabó. „*Vorkommen und Gewinnung des Salpeters in Ungarn.*” (Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt. Band I).
2. 1852. Dr. P. Harting. „*De Bodem onder Amsterdam, onderzocht en beschreven*”. (Verhandelingen der Eerste Klasse van het Koninklijk Nederlandsch Instituut. Derde reeks. Vijfde Deel.).
3. 1868. „*Rapport aan den Koning, van de Commissie van Onderzoek van Drinkwater, enz.*” Den Haag.
4. 1876. Eugen von Kvassey. „*Ueber den Natron- und Szek-boden in Ungarischen Tieflande*”. (Jahrbuch der K. K. geolog. Reichsanstalt. Band XXVII).
5. 1879. Justus Roth. „*Allgemeine und Chemische Geologie.*” Erster Band.
6. 1881. A. Winkler Prins. „*De Zee.*” (Geïllustreerde Encyclopedie. Deel XV).
7. 1886. Schriftelijke mededeelingen van wijlen den hoofd-ingenieur-werktuigkundige, J. W. Stous Sloot.
8. 1888. W. Badon Ghyben: „*Nota in Verband met de voorgenomen Putboring nabij Amsterdam*”. (Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs 1888—89).
9. 1889. H. J. van den Broek. „*Verlag betrekkelijk eene Putboring bij Sloten*”. (Idem).
10. 1889. P. Kleynhens. „*Verlag betrekkelijk eene Putboring bij Diemerbrug*”. (Onuitgegeven manuscript).
11. 1887—1896. Mededeelingen der brondirecties, reclameboekjes, fleschetiketten.
12. 1889. Dr. T. C. Winkler. „*Note sur la Source ferru-*

- gineuse du Haarlemmermeer*”. (Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d’Hydrologie. III).
13. 1890. Rutot & Van den Broeck. „*Matériaux pour servir à la Connaissance de la Composition des Eaux artésiennes du Sous-Sol de la Belgique*”. (Idem IV).
 14. 1891. *Rapport der Commissie in zake de Loozing in Zee door het Ververschingskanaal te Scheveningen*. (Bijlage J. K.)
 15. 1891. Dr. Van Dissel. Schriftelijke Gegevens omtrent de Wateren van Rijnland.
 16. 1892. E. W. Hilgaard. „*Die Bildungsweise der Alkaliën-carbonate in der Natur*”. (Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin).
 17. 1893. Dr. H. W. Bakhuis Rooseboom. „*Samenstelling van Wateren in en om Leiden*”. (Rapport over de Grachtverversching van Leiden, manuscript).
 18. 1893. F. W. Conrad. „*Over den Aard van het Water in de Boezems, die met het Noordzeekanaal in Verband staan*”. (T. K. I. v. I. 1892—93).
 19. 1893. Dr. H. W. Bakhuis Rooseboom. „*Rapport over de Waterleiding te Arnhem*”. Bijlage B.
 20. 1893. Dr. H. P. Kapteyn. „*Scheikundige Fisken voor Drinkwater uit diepe Welputten*”. (Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde).
 21. 1893. Dr. H. P. Kapteyn. „*De diepe Putboring bij Sloten*”. (Idem).
 22. 1894. Dr. C. E. Daniëls. „*Haarlems Staalwater*”. (Derde uitgave).
 23. 1896. Dr. M. W. Beyerinck. „*Le Spirillum desulfuricans, Agent de la Réduction des Sulfates*”. (Archives Néerlandaises XXIX).
 24. 1896. S. Tanater. „*Ueber die Bildung der Soda in der Natur*”. (Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft).
 25. 1897. „*Onderzoek naar de Waterverversching in de Gemeente Utrecht*”. Bijlage X, tabel IV.
 26. 1898. „*Verslag betreffende het Onderzoek naar de Oorzaken van den vervuilden Toestand der Kanalen tusschen de Maas en Scheveningen*”. Bijlage XII.
 27. 1898. C. P. E. Ribbius. „*Over de Samenstelling en de Waarde van het Brongas*.” (Het Gas).
 28. 1898. F. E. L. Veeren. „*Verontreiniging en Besmetting van Drinkwater*”. (De Ingenieur, n^o. 19).

29. 1898. P. Treitz. „*Sodaböden in Ungarn*“. (Zeitschrift der ungarischen geologischen Gesellschaft).
30. 1898. H. Vater. „*Beitrag zur Kenntniss der Umsetzungen zwischen Calciumcarbonat und Alkalisulfat, sowie über die Bildung der Alkalicarbonate in der Natur*“. (Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie).
31. 1898. G. Schweinfurth & L. Lewin. „*Beiträge zur Topographie und Geochemie des ägyptischen Natron-Thals*“. (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Band XXXIII).
32. 1899. Dr. J. Lorié. „*Het Brongas in Nederland*“. (Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap).
33. 1899. P. Kleynhens. Schriftelijke Mededeelingen.

(21 Augustus 1899.)

INHOUD.

	Bladz.
Hoofdstuk I. Onze brakke Bodemwateren	3
„ II. Onze Staalwaterbronnen	16
„ III. Onze alkalische Bodemwateren	28
„ IV. Theoretische Verklaring van de scheikundige Wijzigingen onzer Bodemwateren	30
Algemeen Overzicht	35
Litteratuuropgave	36

